

P25023.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Juan PEREZ-SANCHEZ

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : ADJUSTMENT MECHANISM FOR A VARIABLE SHAPED WING

**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon German Application No. 103 17258.0, filed April 14, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the German application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
Juan PEREZ-SANCHEZ

Neil F. Greenblum  
Reg. No. 28,394

April 14, 2004  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 17 258.0

**Anmeldetag:** 14. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** EADS Deutschland GmbH, 85521 Ottobrunn/DE

**Bezeichnung:** Verstellmechanismus für einen formvariablen Flügel

**IPC:** B 64 C 13/40

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'OMe', is placed over the typed title 'Der Präsident' and the phrase 'Im Auftrag'.

Wallner

### **Verstellmechanismus für einen formvariablen Flügel**

Die Erfindung betrifft einen Verstellmechanismus für einen formvariablen Flügel.

Der Flügel kann allgemein ein Teil einer Strömungsfläche sein oder diesen im wesentlichen oder ganz bilden. Die Strömungsfläche kann insbesondere für ein Flugzeug verwendet werden und beispielsweise eine Tragfläche, eine Leitwerksfläche oder ein Vorderfläche oder Canard sein.

Aus der US 4,349,169, der DE 680 525 und der EP 860 355 sind Verstellmechanismen zur Verstellung der Wölbung eines Tragflügels bekannt, deren Aktuotorik jedoch aufwendig und somit unzuverlässig und in Bezug auf das Gewicht ungünstig gestaltet sind. Ein weiterer Nachteil des Standes der Technik ist, dass Hydraulik-Zylinder verwendet werden, die gelenkig an der Primärstruktur gelagert sind. Deshalb müssen die angetriebenen Klappen eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit aufweisen, so dass diese schwerer werden, als dies aufgrund der angreifenden Luftlasten nötig wäre. Als weiterer Nachteil ergibt sich aus diesem Ansatz, dass die Lasten nur an lokal sehr begrenzten Stellen in die Struktur eingeleitet werden. Dadurch ist eine verhältnismäßig große Materialaufhäufung erforderlich, was wiederum zu einer Gewichtserhöhung führt.

Durch die Distorsion der Luftströmung aufgrund eines Klappenausschlages mit starren Klappen nach dem Stand der Technik können lokale Beschleunigungen der Luft und Druckwellen entstehen, die einen zusätzlichen Luftwiderstand bewirken. Daraus können sich wiederum größere Lasten auf die Klappe und insbesondere bei geregelten Flugzeugen Längs-Stabilitätsprobleme ergeben.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen alternativen Verstellmechanismus für einen formvariablen Flügel bereitzustellen.

Die Erfindung wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausführungsformen sind in den auf diesen rückbezogenen Patentansprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß ist ein Verstellmechanismus für einen Verstellbereich einer formvariablen Strömungsfläche mit zwei gegenüberliegenden Beplankungsflächen vorgesehen, mit mehreren nebeneinander angeordneten und zueinander verschwenkbaren Wirbelkästen mit Quer-Versteifungselementen und Längs-Versteifungselementen, die mit einem Gelenk gelenkig miteinander verbunden sind, so dass die Wirbelkästen relativ zueinander verschwenkbar sind, wobei zwischen jeweils benachbarten Längs-Versteifungselementen jeweils ein erster Antriebsschlauch-Abschnitt und ein zweiter Antriebsschlauch-Abschnitt angeordnet ist, die jeweils in Verbindung mit einer Pumpe zur Bereitstellung eines vorbestimmten Volumens über ein Druckmedium stehen, so dass zwischen den Antriebsschlauch-Abschnitten die Achse des Gelenks verläuft, und wobei die Pumpe funktional mit einer Steuerungs-Einrichtung in Verbindung steht, um aufgrund von Steuerungsvorgaben mittels komplementärer Volumen-Änderungen in dem ersten und zweiten Antriebsschlauch-Abschnitt benachbarte Wirbelkästen um die Gelenk-Achse zu verschwenken.

Die Antriebsschlauch-Abschnitte können derart miteinander verbunden sein, dass mehrere erste und/oder zweite Antriebsschlauch-Abschnitte aus einem kontinuierlichen Antriebsschlauch gebildet sind. Mehrere miteinander verbundene Antriebsschlauch-Abschnitte können jeweils miteinander in Verbindung stehen und von einer Pumpe versorgt werden. Einzelne Antriebsschlauch-Abschnitte können gezielt mit einzelnen Pumpen druckbeaufschlagt werden, so dass auch die Krümmung des Verstellbereichs in Abhängigkeit von an die jeweiligen Pumpen weiterzugebenden Steuerungskommandos einstellbar ist. Die Quer-Versteifungselemente können die Funktion von Rippen des Verstellbereichs und die Längs-Versteifungselemente die Funktion von Holmen und umgekehrt haben.

Die Antriebsschlauch-Abschnitte können sich über eine Gruppe von mehreren in Wirbelkasten-Längsrichtung hintereinander angeordnete Wirbelkästen erstrecken, wobei die Volumina für den Antriebsschlauch jeder Gruppe von Wirbelkästen gesondert einstellbar sind.

Zu einem Strang von Wirbelkästen können zusätzlich weitere, mit diesen mechanisch gekoppelte Wirbelkästen angeordnet sein, für die eine weitere Pumpe installiert ist, um für diese weitere Gruppe von Wirbelkästen die Volumina in den Antriebsschlauch-Abschnitten gesondert einzustellen.

Gruppen von in Wirbelkasten-Querrichtung hintereinander angeordneten Wirbelkästen können von jeweils einer eigenen Pumpe versorgt werden. Antriebsschlauch-Abschnitte, die zwischen Gruppen von in Wirbelkasten-Querrichtung gelenkig miteinander verbundener Wirbelkästen können mehrere Antriebssysteme mit jeweils einem ersten Antriebsschlauch und jeweils einem zweiten Antriebsschlauch und mit jeweils einer Pumpe bilden, wobei die Antriebsschläuche jeweils mehrere erfindungsgemäße Antriebsschlauch-Abschnitte zur Verstellung von zwei benachbarten Wirbelkästen relativ zueinander aufweisen.

Zwischen jeweils zwei benachbarten Längs-Versteifungselementen können auch mehrere Antriebsschlauch-Abschnitte angeordnet sein.

Durch das erfindungsgemäße Konzept eines von Antriebsschlauch-Abschnitten angetriebenen Wirbelkastenstranges kann eine hohe Redundanz in der Antriebskette für den jeweiligen Verstellbereich und damit eine hohe Ausfallsicherheit erreicht werden, da die verwendeten Bestandteile parallel installierbar sind, ohne dass der gerätetechnische Aufwand wesentlich erhöht wird.

Durch den erfindungsgemäße Lösung ergibt sich ein Verstellbereich, dessen Verstellzustände einen verhältnismäßig günstigen Widerstand und eine verbesserte

aerodynamische Wirksamkeit erzeugen. Außerdem kann eine Geräusch-Reduktion erreicht werden.

Zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus sind verhältnismäßig Teile erforderlich, so dass eine große Zuverlässigkeit erreichbar ist. Außerdem ergibt sich ein verhältnismäßig geringer Raumbedarf. Aus der verhältnismäßig geringen Anzahl von Bestandteilen sowie aufgrund der günstigen Lasteinleitung und Lastverteilung ergibt sich ein verhältnismäßig geringes Gewicht für den Verstellmechanismus.

Vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Lösung ist auch, dass die Wirbelkästen unabhängig von der Behäutungskrümmung des Verstellbereichs angeordnet werden können, so dass der erfindungsgemäße Verstellmechanismus vielfältig einsetzbar ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert, wobei für Bestandteile verschiedener Ausführungsformen mit gleicher Funktion dieselben Bezugszeichen verwendet werden. Es zeigen:

- Figur 1 ein Verkehrsflugzeug, das als Darstellungsbeispiel an dem Vorderkanten-Flügel, dem Hinterkanten-Flügel, dem äußeren Flügelbereich an der Flügelspitze, dem Höhenleitwerk und dem Seitenleitwerk jeweils einen Verstellbereich mit dem erfindungsgemäßen Verstellmechanismus aufweist,
- Figur 2 ein militärisches Flugzeug, an dem beispielsweise an dem Vorderkanten-Flügel, dem Hinterkanten-Flügel, dem äußeren Flügelbereich, an der Flügelspitze, dem Höhenleitwerk, dem Seitenleitwerk und der Einlauflippe jeweils ein Verstellbereich mit dem erfindungsgemäßen Verstellmechanismus angeordnet ist,
- Figur 3 den Tragflügel des in der Figur 2 dargestellten Flugzeuges als solchen, wobei der im dargestellten Beispiel nicht verstellbare Flügelbereich

aufgeschnitten, d.h. ohne Beplankung, und die erfindungsgemäßen Verstellbereiche als geschlossene oder beplankte Teile dargestellt sind,

- Figur 4 den Tragflügel nach der Figur 3 bzw. 2 in einer schematischen Draufsicht, wobei verschiedene Anordnungen des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus an verschiedenen Verstellbereichen des Flugzeugs sowie die Orientierung der erfindungsgemäß verwendeten Wirbelkästen eingezeichnet sind,
- Figur 5 zwei Verstellpositionen eines Verstellbereichs zur Ausbildung des Querruders des Tragflügels nach der Figur 2, 3 bzw. 4 mit einer schematischen Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus,
- Figur 6 eine Draufsicht eines Tragflügels des in der Figur 1 dargestellten Flugzeugs mit einem Verstellbereich an der Flügelspitze, wobei hilfsweise lokale Koordinatensysteme eingezeichnet sind,
- Figur 7a den Tragflügel nach der Figur 6 in einer ersten Verstellposition in einer Ansicht von vorne in Bezug auf die Flugzeug-Längsachse,
- Figur 7b den Tragflügel nach der Figur 6 in der Darstellung nach der Figur 7a in einer zweiten Verstellposition,
- Figur 8 eine räumliche Darstellung des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus des Verstellbereichs gemäss der Figur 6 in der Verstellposition nach der Figur 7a, in die hilfsweise die in der Beschreibung verwendeten lokalen Koordinatensysteme eingetragen sind,
- Figur 9a eine räumliche Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus für das Querruder des in der Figur 2

dargestellten Flugzeuges, wobei der aus Betrachtersicht obere Teil der Wirbelkästen des Verstellmechanismus zur Verdeutlichung des Funktionsprinzips nicht eingezeichnet ist,

- Figur 9b ausgehend von dem Verstellmechanismus der Figur 9a die Darstellung einer Kopplung zweier Verstellmechanismen,
- Figur 10a ausgehend von der Darstellung der Figur 9a eine räumliche Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus für das Querruder des in der Figur 2 dargestellten Flugzeuges als Verstellbereich in einer Neutralstellung, bei der zwei Antriebssysteme verwendet werden,
- Figur 10b die Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus nach der Figur 10a, wobei der Verstellbereich in einer weiteren Stellung dargestellt ist,
- Figur 11 ein Wirbelkasten des in den Figuren 10a und 10b dargestellten Verstellmechanismus zusammen mit den zugehörigen Antriebsschläuchen,
- Figur 12a eine Schnittdarstellung des Querruder-Verstellbereichs nach den Figuren 9a, 9b und 10a, 10b in einer ersten Extremstellung, bei der der Verstellbereich nach oben gerichtet ist,
- Figur 12b eine Schnittdarstellung des Querruder-Verstellbereichs nach den Figuren 9a, 9b und 10a, 10b in einer Neutralstellung,
- Figur 12c eine Schnittdarstellung des Querruder-Verstellbereichs nach den Figuren 9a, 9b und 10a, 10b in einer zweiten Extremstellung, bei der der Verstellbereich nach unten gerichtet ist,

- Figur 13a eine Schnittdarstellung des Querruder-Verstellbereichs nach den Figuren 9a, 9b und 10a, 10b in einer weiteren Verstellposition, bei der der Verstellbereich nur teilweise verstellt oder gekrümmmt ist,
- Figur 13b eine Schnittdarstellung des Querruder-Verstellbereichs nach den Figuren 9a, 9b und 10a, 10b in einer weiteren Verstellposition, bei der der Verstellbereich zwei Krümmungen aufweist,
- Figur 13c eine Schnittdarstellung des Querruder-Verstellbereichs nach den Figuren 9a, 9b und 10a, 10b in einer weiteren Verstellposition, bei der der Verstellbereich zwei zur Darstellung der Figur 13b unterschiedliche Krümmungen aufweist,
- Figur 14a eine Schnittdarstellung in Verstellbereich-Querrichtung mit einer Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus für den Vorderflügel des in der Figur 2 dargestellten Flugzeuges, wobei sich der Verstellmechanismus in einer Neutralstellung befindet,
- Figur 14b eine Schnittdarstellung des Verstellmechanismus für den Vorderflügel des in der Figur 2 dargestellten Flugzeuges, wobei sich der Verstellmechanismus in einem weiteren Verstellzustand befindet,
- Figur 15a eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen des Verstellmechanismus nach der Figur 8, 9a, 10a, oder 14a in einer Neutralstellung,
- Figur 15b die Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen nach der Figur 15a in einem weiteren Verstellzustand,

- Figur 15c die Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen nach der Figur 15a in einem weiteren Verstellzustand,
- Figur 16 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen des Verstellmechanismus nach der Figur 8, 9a, 10a, oder 14a mit einer Darstellung des Wirkprinzips,
- Figur 17 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen des Verstellmechanismus nach der Figur 8, 9a, 10a, oder 14a,
- Figur 18a eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen des Verstellmechanismus nach der Figur 8, 9a, 10a, oder 14a in einem erstem Verstellzustand,
- Figur 18b eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen des Verstellmechanismus nach der Figur 8, 9a, 10a, oder 14a in einem zweitem Verstellzustand,
- Figur 19 eine Darstellung des Wirkprinzips eines Antriebssystems nach der Erfindung an Hand der Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung zweier benachbarter Wirbelkästen nach den Figuren 18a, 18b,
- Figur 20 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der gelenkigen Ankopplung des Antriebs zweier benachbarter Wirbelkästen des

Verstellmechanismus nach der Figur 8, 9a, 10a, oder 14a mit der Verwendung von Strukturgelenken,

- Figur 21 ein Schnitt in Verstellbereich-Querrichtung mit einer Darstellung der inneren Struktur einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus mit einem zusätzlichen Teleskop-Antrieb für den Hinterkanten-Flügel des in der Figur 1 dargestellten Flugzeuges, wobei sich der Verstellmechanismus in einer Neutralstellung befindet,
- Figur 22 der Verstellbereich nach der Figur 20 in einem weiteren Verstellzustand oder in einer ausgefahrenen Stellung.

Erfindungsgemäß ist ein Verstellmechanismus für einen formvariablen Flügelbereich vorgesehen, der allgemein ein Teil einer Strömungsfläche ist oder diese im wesentlichen oder ganz bildet. Die Strömungsfläche kann insbesondere für ein Flugzeug verwendet werden und beispielsweise eine Tragfläche, eine Leitwerksfläche oder eine Vorderfläche oder Canard sein.

Beispiele für die Verwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus für einen formvariablen Flügelbereich oder Verstellbereich VB sind in der Figur 1 an Hand des darin dargestellten Verkehrsflugzeuges angegeben. In dieser Darstellung weisen der Vorderkanten-Flügel 1, der Hinterkanten-Flügel 2, der äußere Flügelbereich an der Flügelspitze 3, das Höhenleitwerk 4 und das Seitenleitwerk 5 jeweils einen Verstellbereich VB1, VB2, VB3, VB4 bzw. VB5 mit einem erfindungsgemäßen Verstellmechanismus auf. Der Verstellbereich kann diese Strömungsflächen teilweise, ganz oder wesentlich bilden.

Weitere Beispiele für die Anordnung eines Verstellbereichs VB mit dem erfindungsgemäßen Verstellmechanismus sind in der Figur 2 an Hand des darin dargestellten militärischen Flugzeuges gezeigt, wobei neben dem Vorflügel oder der Vorderkanten-Flügel 1, dem Seitenleitwerk 5 und dem Flügelspitzenbereich 3 das

Querruder 6, das Seitenruder 7, die Einlaufclippe 8 am Lufteinlauf und der Canard 9 einen Verstellbereich VB6, VB7, VB8 bzw. VB9 aufweisen oder aus einem Verstellbereich gebildet sind, die mittels des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus verstellbar sind.

Der erfindungsgemäße Verstellbereich kann auch nur an einzelnen genannten Stellen des Flugzeuges oder an weiteren Stellen desselben, z.B. an den Spoilern angeordnet sein. Anstelle eines Flügelabschnitts kann auch der gesamte Tragflügel F nach der Erfundung gebildet sein.

In der Figur 3 ist der Flügel F des in der Figur 2 dargestellten Flugzeuges als solcher gezeigt, wobei der im dargestellten Beispiel nicht verstellbare Flügelbereich FN aufgeschnitten, d.h. ohne Beplankung, und die erfindungsgemäßen Verstellbereiche VB1, VB5, VB6 als geschlossene oder beplankte Teile dargestellt sind. In der Figur 3 ist das üblicherweise verwendete Flügel-Koordinatensystem KS-F eingetragen, das die Flügel-Spannweitenrichtung XF und die Flügel-Längsrichtung YF enthält.

Der Flügel F nach der Figur 3 ist in der Figur 4 in einer Draufsicht mit Verstellbereichen und eingetragenen Verstellmechanismen des Tragflügels dargestellt. Dabei sind für die Verstellbereiche VB1, VB5, VB6 mittels Begrenzungslinien Wirbelkästen und zugehörige Antriebsschläuche schematisch kenntlich gemacht. Dabei sind nur die einer Beplankung nahe gelegenen Antriebsschläuche dargestellt. Jeder Verstellbereich VB oder VB1, VB5, VB6 ist gebildet aus zumindest einem Wirbelkasten-Strang oder einer Anordnung von nebeneinander angeordneten Wirbelkästen. Für den Verstellbereich VB1 des Vorderflügels 1 sind im dargestellten Beispiel drei Wirbelkasten-Stränge mit jeweils vier Wirbelkästen WK11, WK12, WK13, WK14 vorgesehen. Bei dem Verstellbereichen VB3 ist ein Wirbelkasten-Strang mit fünf Wirbelkästen WK31, WK32, WK33, WK34, WK35 angeordnet. Bei dem Verstellbereichen VB6 sind drei Wirbelkasten-Stränge mit jeweils fünf Wirbelkästen WK61, WK62, WK63, WK64, WK65 angeordnet.

Zur weiteren Beschreibung der Erfindung wird für die Verstellbereiche VB1, VB5 und VB6 von den Koordinatensystemen KS-V1, KS-V5 und KS-V6 jeweils mit der Verstellbereich-Längsrichtung XV1, XV5 bzw. XV6, der Verstellbereich-Querrichtung YV1, YV5 bzw. YV6 und der Verstellbereich-Tiefenrichtung ZV1, ZV5 bzw. ZV6 ausgegangen. Diese Bezeichnungen werden in den weiteren Figuren in analoger Weise verwendet. In Bezug auf die Verstellbarkeit des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus kann eine für den jeweiligen Verstell- oder Flügelbereichs eine Flügelbereich-Mittelebene ME, eine erste oder obere Bezugsfläche BF1 und eine zweite oder untere Bezugsfläche BF2 (Figuren 8 oder 12a, 12b, 12c) gewählt werden. Die Bezugsflächen BF1, BF2 sind vorzugsweise die obere bzw. untere Beplankung des Verstellbereichs bzw. Flügels.

In der Figur 5 ist die Veränderbarkeit oder Verstellung des erfindungsgemäßen Verstellbereichs VB am Beispiel des Querruders des Tragflügels nach der Figur 2, 3 bzw. 4 schematisch an Hand von zwei Verstellpositionen VB6-1 und VB6-2 gezeigt. Weiterhin ist in der Figur 6 ein Tragflügel des in der Figur 1 dargestellten Flugzeugs in einer Ausführungsform, bei der ein erfindungsgemäßer Verstellbereich VB3 an der Flügel spitze angeordnet ist, dargestellt. Zwei Verstellpositionen VB3-1 und VB3-2 sind den Figuren 7a bzw. 7b entnehmbar.

Der erfindungsgemäße Verstellmechanismus für einen Verstellbereich VB wird im Detail und in seiner Funktionsweise im folgenden an Hand des in der Figur 8 dargestellten Verstellbereichs VB3 des in der Figur 1 dargestellten Flugzeugs erläutert:

Der in der Figur 8 dargestellte Verstellbereich VB3 weist sechs Wirbelkästen WK3-1, WK3-2, WK3-3, WK3-4, WK3-5 und WK3-6 auf, die in der Verstellbereich-Querrichtung YV3 oder in Flügel-Längsrichtung YF1 nebeneinander angeordnet sind. Jedem Wirbelkasten kann ein Koordinatensystem KS-WK mit einer Wirbelkasten-Längsrichtung XW, einer Wirbelkasten-Querrichtung YW und einer orthogonal zu

diesen verlaufenden Tiefen-Richtung ZW zugeordnet werden. Erfindungsgemäß ist jeder Wirbelkasten WK gebildet aus zumindest zwei zueinander beabstandeten Längs-Versteifungselementen LVE oder L1 und L2 und zumindest aus einem diese quer miteinander verbindenden Quer-Versteifungselement QVE. In der Ausführungsform des Wirbelkastens WK nach der Figur 8 sind je Wirbelkasten WK drei Quer-Versteifungselemente Q1, Q2 und Q3 angeordnet.

In der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus nach der Figur 8 stellt die durch die Flügel-Spannweitenrichtung XF und die Flügel-Längsrichtung YF gebildete Ebene eine Bezugs- oder Mittel-Ebene ME dar. Beabstandet zu dieser Ebene sind erfindungsgemäß vorgesehene Antriebsschlauch-Abschnitte vorgesehen, mit denen benachbarte Wirbelkästen relativ zueinander gedreht oder geschwenkt werden können, wenn in den Antriebsschlauch-Abschnitten aufgrund von Steuerungskommandos eines Steuerungsmechanismus ein Volumen-Abnahme oder Volumen-Zunahme durch Umwälzung oder Volumentransfer des in diesen enthaltenen Druckmittels bewirkt wird. Hierzu ist zwischen zwei jeweils benachbarten Versteifungselementen L1 und L2 ein erster S1 und ein zweiter S2 Antriebsschlauch-Abschnitt vorgesehen. Die Antriebsschlauch-Abschnitte sind im erfindungsgemäßen Betrieb mit einem Druckmedium oder Fluid gefüllt und liegen bei einem von dem Druckmedium auf die Schlauchwände ausgeübten Minimaldruck an den ihnen zugewandten Seitenwänden der Versteifungselemente L1 und L2 an. Der erste Antriebsschlauch-Abschnitt S1 ist nahe der ersten Bezugsfläche BF1 oder Beplankung und der zweite Antriebsschlauch-Abschnitt S2 ist nahe der zweiten Bezugsfläche BF2 oder Beplankung angeordnet.

Eine Verstellung des Verstellbereichs mittels des Verstellmechanismus erfolgt um eine Achse, die generell quer oder winklig zur Wirbelkasten-Längsrichtung XW verläuft. Die Wirbelkasten-Längsrichtung XW ist gleich der Achs-Richtung eines Gelenks G (in der Figur 8 nicht gezeigt), das jeweils zwei benachbarte Längs-Versteifungselemente LVE gelenkig miteinander verbindet. Das zwischen jeweils benachbarten Längs-Versteifungselementen L1, L2 vorgesehene Gelenk kann mittels

zweier Auge-Gabel-Anordnungen realisiert sein, von denen jeweils eine an einem Längs-Versteifungselement L1 bzw. L2 angebracht ist und die miteinander über einen Gelenk-Bolzen verbunden sind (vgl. Figuren 9a bis 19).

Zwischen jeweils benachbarten Längs-Versteifungselementen LVE ist also jeweils zumindest ein erster Antriebsschlauch-Abschnitt S1 und jeweils zumindest ein zweiter Antriebsschlauch-Abschnitt (S2) angeordnet, die jeweils in Verbindung mit einer Pumpe P zur Bereitstellung eines vorbestimmten Druckes über ein Druckmedium stehen, so dass zwischen den Antriebsschlauch-Abschnitten S1, S2 die Achse des Gelenks G verläuft, wobei die Pumpe funktional mit einer Steuerungs-Einrichtung in Verbindung steht, um aufgrund von Steuerungsvorgaben mittels komplementärer Druckveränderungen in dem ersten und zweiten Antriebsschlauch-Abschnitt S1, S2 benachbarte Wirbelkästen WK um die Gelenk-Achse zu verschwenken.

In einer Ausführungsform der Erfindung sind mehrere in Verstellbereich-Querrichtung YV nebeneinander angeordnete erste bzw. zweite Antriebsschlauch-Abschnitte miteinander verbunden. In der Figur 8 ist diese Ausführungsform mittels einer durchgezogenen bzw. einer gestrichelten Linie schematisch zu Ausdruck gebracht. Weiterhin ist eine Pumpe P dargestellt, die sowohl mit den ersten als auch mit den zweiten Antriebsschlauch-Abschnitten in Verbindung steht. Die Pumpe P ist vorzugsweise als Umwälzpumpe gestaltet und ist dafür vorgesehen, aufgrund entsprechender Steuerungskommandos das Volumen des in den ersten Antriebsschlauch-Abschnitten enthaltenen Druckmittels zu vergrößern oder zu verringern und gleichzeitig das Volumen des in den zweiten Antriebsschlauch-Abschnitten enthaltenen Druckmittels zu verringern bzw. zu vergrößern.

Beispielsweise wird durch eine Volumen-Erhöhung in den zweiten Antriebsschlauch-Abschnitten S2 und eine gleichzeitige Volumen-Verringerung in den ersten Antriebsschlauch-Abschnitten S1 der Abstand zwischen jeweils benachbarten Längs-Versteifungselementen L1, L2 in der Nähe der ersten Bezugsfläche BF1 verringert und in der Nähe der zweiten Bezugsfläche BF2 vergrößert. Dadurch ergibt sich die in

der Figur 8 dargestellte Verstellposition des Verstellbereichs VB3. In der Ausführungsform nach der Figur 8 ergibt sich bei verschiedenen Volumen-Zuständen eine vorbestimmte Krümmung des Verstellbereichs, da die verschiedenen miteinander verbundenen Schlauch-Abschnitte S1, S2 jeweils miteinander in Verbindung stehen. Alternativ kann vorgesehen sein, dass einzelne Schlauch-Abschnitte gezielt mit unterschiedlichen Volumen, z.B. durch Zuordnung verschiedener Pumpen beaufschlagt werden können, so dass auch die Krümmung des Verstellbereichs in Abhängigkeit von an die jeweiligen Pumpen weiterzugebenden Steuerungskommandos einstellbar ist.

Die Antriebsschlauch-Abschnitte können sich über die gesamte oder einen Großteil der Länge (Wirbelkasten-Längsrichtung XW) der Versteifungselemente L1 und L2 erstrecken oder nur über einen Teil dieser Länge. Die Antriebsschlauch-Abschnitte können über Schlauch-Verbindungen SV miteinander verbunden sein. Die Antriebsschlauch-Abschnitte können insbesondere derart miteinander verbunden sein, dass mehrere erste S1 oder zweite S2 Antriebsschlauch-Abschnitte aus einem kontinuierlichen Antriebsschlauch S gebildet sind.

In der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstell-Mechanismus der Figur 8 sind die Längs-Versteifungselemente LVE profilgebende Elemente oder Rippen des Verstellbereichs, während die Quer-Versteifungselemente QVE die Längs-Versteifungselemente LVE stabil in einer vorgegebenen Lage zueinander halten und somit als Holme angesehen werden können.

In den Figuren 9a, 9b bis 13a, 13b, 13c ist eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Verstell-Mechanismus in weiteren Ausführungsformen am Beispiel der Verstellbereiche für einen Hinterkantenflügel VB2 oder für ein Querruder VB6 dargestellt. Im Gegensatz zur Ausführungsform nach der Figur 8 sind in diesen Ausführungsformen die Quer-Versteifungselemente QVE als profilgebende Elemente oder Rippen R des Verstellbereichs, während die Längs-Versteifungselemente LVE die Quer-Versteifungselemente QVE stabil in einer vorgegebenen Lage zueinander

halten und als Holme wirken. Analog zum Verstell-Mechanismus nach der Figur 8 verbinden die Rippen R jeweils zwei gegenüberliegende Längs-Versteifungselemente L1, L2. Zwei benachbarte Quer-Versteifungselemente QVE in Form von Rippen R sind über ein Gelenk G, G1, G2 miteinander gelenkig verbunden. Dies ist in der dargestellten Ausführungsform mittels zweier Auge-Gabel-Anordnungen realisiert, von denen jeweils eine an einem Längs-Versteifungselement L1 bzw. L2 angebracht ist und die miteinander über einen Gelenk-Bolzen verbunden sind. Andere Gelenkverbindungen nach dem Stand der Technik können je nach Anwendungsfall verwendet werden. Insbesondere eignet sich ein Festkörper- oder Struktur-Gelenk, wie es in der deutschen Patentanmeldung DE 102 02 440.5 offenbart ist.

In der Ausführungsform des Verstell-Mechanismus nach den Figuren 9a, 9b bis 13a, 13b, 13c sind zusätzlich Versteifungselemente VE vorgesehen, die zwei gegenüberliegende Längs-Versteifungselemente L1, L2 desselben Wirbelkastens WK miteinander verbinden, um in Wirbelkasten-Querrichtung auftretende Kräfte aufzunehmen.

Weiterhin ist zumindest ein erster Antriebsschlauch-Abschnitt S1 und ein zweiter Antriebsschlauch-Abschnitt S2 zwischen jeweils zwei benachbarten Längs-Versteifungselementen L1, L2 in der Nähe der ersten Bezugsfläche BF1 bzw. in der Nähe der zweiten Bezugsfläche BF2 angeordnet. Durch eine Volumen-Vergrößerung in den ersten Antriebsschlauch-Abschnitten S1 und eine Volumen-Verringerung in den zweiten Antriebsschlauch-Abschnitten S2 wird die erste Beplankung oder Bezugsfläche BF1 verlängert und die zweite Beplankung oder Bezugsfläche BF2 verkürzt, so dass sich die in der Figur 11 dargestellte Verstellposition ergibt. Im umgekehrten Fall ergibt sich die in der Figur 12 dargestellte Verstellposition.

Durch eine Steuerungs-Einrichtung, die eine isolierte Ansteuerung der einzelnen Antriebsschlauch-Abschnitten erlaubt, können auch nur teilweise Verstellungen des Verstellbereichs oder Verstellungen des Verstellbereichs mit mehreren Krümmungen erreicht werden.

Die Antriebssysteme mit den Antriebsschlauch-Abschnitten und einer Steuerungseinrichtung funktional zugeordneter Pumpen zur Verstellung der Verstellmechanismus können in verschiedener Weise gestaltet sein. In der Ausführungsform des Verstellmechanismus nach der Figur 9a erstrecken sich die Schlauchabschnitte S1, S2 über jeweils drei in Wirbelkasten-Längsrichtung hintereinander angeordnete Wirbelkästen oder zwischen deren entsprechenden Längs-Versteifungselementen. Jeder Gruppe von in Wirbelkasten-Längsrichtung hintereinander angeordneten Wirbelkästen ist dabei jeweils eine über die Steuerungseinrichtung ansteuerbare Pumpe zugeordnet. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, den Verstellbereich mit beliebigen Krümmungen einzustellen.

In der Ausführungsform des Antriebssystems nach der Figur 9b ist zusätzlich für jeden einzelnen in Wirbelkasten-Längsrichtung angeordneten weiteren Wirbelkasten WK eine eigene Pumpe installiert. Dadurch wird gegebenenfalls für jeden Wirbelkasten WK einer in Wirbelkasten-Längsrichtung XW angeordneten Gruppe von Wirbelkästen ein eigener Antrieb zur Verfügung gestellt. Diese Gruppen von in Längsrichtung XW hintereinander angeordneten Wirbelkästen WK mit jeweils einem Antrieb sind in diesem Fall mechanisch miteinander gekoppelt. Auf diese Weise ergibt sich für jeweils eine Reihe RWK von Wirbelkästen WK zwei redundante Antriebssysteme A1, A2 mittels der Antriebsschläuche.

Alternativ können zusätzlich auch weitere Gruppen von in Wirbelkasten-Querrichtung YW angeordnete Wirbelkästen von einer Pumpe versorgt werden.

In der Figur 10b sind Antriebsschlauch-Abschnitte, die zwischen Gruppen von Wirbelkästen angeordnet sind, in Wirbelkasten-Querrichtung YW gelenkig miteinander verbunden sind, mit jeweils einer Pumpe verbunden. Dadurch ergeben sich zwei Antriebssysteme A, B mit jeweils einer Pumpe P und jeweils einem ersten Antriebsschlauch SA1, SB1 und jeweils einem zweiten Antriebsschlauch SA2, SB2, wobei die Antriebsschläuche jeweils mehrere erfindungsgemäße Antriebsschlauch-

Abschnitte S1, S2 zur Verstellung von verschiedener Wirbelkästen WK relativ zueinander aufweisen.

Erfnungsgemäß können zwischen jeweils zwei benachbarten Längs-Versteifungselementen LVE zwei oder mehr als zwei Antriebsschlauch-Abschnitte L1 bzw. L2 angeordnet sein. Dadurch kann je nach Anordnung der Antriebsschlauch-Abschnitte die Größe der mittels der Antriebsschlauch-Abschnitte übertragenen Kräfte oder der durch diese erzielbaren Hub oder Stellweg verändert und angepasst werden.

In der Figuren 14 bis 19 sind eine weitere Ausführungsformen des erfundungsgemäßen Verstellmechanismus mit mehreren nebeneinander angeordneten und zueinander verschwenkbaren Wirbelkästen WK dargestellt, die einen Verstellbereich VB1 des Vorderflügel 1 des in der Figur 1 oder 2 dargestellten Flugzeuges bilden. Jedes Wirbelement WK weist Quer-Versteifungselemente QVE in Form von Rippen R und Längs-Versteifungselemente LVE (nicht dargestellt) in Form von Holmen auf. Der zumindest eine erste Antriebsschlauch-Abschnitt S1 und der zumindest eine zweite Antriebsschlauch-Abschnitt S2 ist zwischen jeweils zwei benachbarten Längs-Versteifungselementen L1, L2 in der Nähe der ersten Bezugsfläche BF1 bzw. in der Nähe der zweiten Bezugsfläche BF2 angeordnet. Durch eine Volumen-Vergrößerung in den ersten Antriebsschlauch-Abschnitten S1 und eine Volumen-Verringerung in den zweiten Antriebsschlauch-Abschnitten S2 wird die erste Beplankung oder Bezugsfläche BF1 verlängert und die zweite Beplankung oder Bezugsfläche BF2 verkürzt, so dass sich die in der Figur 14b dargestellte Verstellposition ergibt.

An Hand einer Wirbelkasten-Anordnung für einen Vorflügel 1 werden im folgenden alternative Gelenk und Kraftübertragungs-Elemente beschrieben:

In der Anordnung nach den Figuren 15a, 15b, 15c ist das Gelenk aus zwei Kraftübertragungs-Elementen K1, K2, die jeweils nach dem Auge-Gabel-Prinzip gebildet sind, gestaltet. Die Kraftübertragungs-Elemente K1, K2 weisen Hebel H1, H2

zur Ausbildung eines Hebelarmes in Bezug auf den Gelenk-Achse des Gelenks G aus. Die Hebel gegenüberliegender Kraftübertragungs-Elemente K1, K2 weisen einander zugewandte Auflageflächen F zur Aufnahme des zumindest einen Antriebsschlauch-Abschnitt S1 bzw. S2 auf. In der Ausführungsform der Figuren 15a und 15b sind zwischen den Anlageflächen zwei Antriebsschlauch-Abschnitte S1 eingefügt. Die Anlageflächen sind in Bezug auf die Achse des Gelenks G derart positioniert, dass bei Ausübung einer Druckkraft auf die jeweils gegenüberliegenden Anlageflächen eine Kraft-Komponente in Wirbelkasten-Querrichtung YW ergibt, die bei zwei Hebeln pro Gabel mindestens die Hälfte der von dem jeweiligen Antriebsschlauch-Abschnitt ausgeübten Druckkraft beträgt.

Die Kraft- und Druckverhältnisse, die bei dieser Ausführungsform vorliegen, wird an Hand der Figur 16 erläutert. Dabei werden folgende Bezeichnungen für physikalische Größen gewählt:

A1, a2	=	Druckspur
P	=	Betriebsdruck
H1, h2	=	Hebelarm
M	=	Biegemoment
H	=	Scharnier-Reaktion
F1, F2	=	Lagerkräfte an den Auflageflächen F

Dabei ergeben sich folgende Zusammenhänge:

$$\begin{aligned} M &= F1 \cdot h1 - F2 \cdot h2 \\ H &= F1 + F2 \\ M &= p \cdot a1 \cdot h1 - p \cdot a2 \cdot h2 \\ M / p &= A1 \cdot h1 - a2 \cdot h2 \end{aligned}$$

Die Antriebsschlauch-Abschnitte S1, S2 müssen im Betrieb ständig mit einem ausreichend großen Druck beaufschlagt sein, um einen Strang oder eine Anordnung

aus Wirbelkästen WK in einer bestimmten Lage zueinander zu halten. Daher entsteht bei dieser Anordnung eine verhältnismäßig große Kraft auf das Gelenk-Lager.

In der Figur 17 ist eine Ausführungsform der Kraftübertragungs-Elemente K1, K2 gezeigt, bei der die Anlageflächen F für die Antriebsschlauch-Abschnitte S1, S2 eine größere Druckspur ergeben.

Bei der Ausführungsform nach den Figuren 18a, 18b ist nur ein Kraftübertragungselement K angeordnet, das über ein Gelenk G an einem Längs-Versteifungselement LVE angelenkt ist. Um Momente auf einen benachbarten Wirbelkasten WK zu übertragen, erstreckt sich der wirksame Hebelarm des Kraftübertragungs-Elementes K in Richtung oder in einem spitzen Winkel zur Wirbelkasten-Querrichtung YW desjenigen Wirbelkastens, auf den das Moment auszuüben ist. Die einander zugewandten Auflageflächen F zur Aufnahme des zumindest einen Antriebsschlauch-Abschnitts S1 bzw. S2 sind in Bezug auf die Achse des Gelenks G derart positioniert, dass bei Ausübung einer Druckkraft auf die jeweils gegenüberliegenden Anlageflächen eine Kraft-Komponente in Wirbelkasten-Tiefenrichtung ZW entsteht, die bei zwei Paaren von Anlageflächen pro Kraftübertragungs-Element K mindestens die Hälfte der von dem jeweiligen Antriebsschlauch-Abschnitt ausgeübten Druckkraft beträgt. Bei dieser Ausführungsform ist vorteilhaft, dass die Lagerkräfte verhältnismäßig gering sind. Außerdem ist die von den Antriebsschlauch-Abschnitten auszuübende Haltekraft zum Halten eines vorbestimmten Verstellzustands geringer als bei den Ausführungsformen nach den Figuren 15, 15b, 16, 17.

Bei der Anordnung der Figuren 18a, 18b, jedoch auch bei den weiteren Ausführungsformen nach der Erfindung kann einer der beiden Antriebsschlauch-Abschnitte S1, S2 zusammen mit den jeweiligen Anlageflächen F entfallen.

An Hand der Figur 19 wird das erfindungsgemäße Wirkprinzip veranschaulicht, nach dem eine Volumenänderung z.B. in dem ersten Antriebsschlauch-Abschnitt S1, die

komplementär zu einer Volumenänderung in dem zweiten Antriebsschlauch-Abschnitt S2 erfolgt, eine Bewegung entsprechender Wirbelkästen WK bewirkt. Nach der Figur 19 ergeben folgende Zusammenhänge:

$$\begin{aligned}\text{Betriebsdruck} &= p \\ \text{Aktuatorhub} &= h \\ \text{Volumentransfer (Einheitslänge): } V &= D \cdot h \\ \text{Aktuatkraft (Einheitslänge): } F &= p \cdot D\end{aligned}$$

Das Gelenk G kann auch als Strukturgelenk gestaltet sein, wie in der Ausführungsform der Figur 20 dargestellt ist. Das Strukturgelenk ist vorzugsweise aus zwei Gelenkbändern B1, B2 gebildet, die wechselseitig an den jeweiligen Längs-Versteifungselementen benachbarter Wirbelkästen befestigt sind und deren Verläufe sich in der Gelenkkachse in Wirbelkasten-Längsrichtung XW überschneiden. Zusätzlich sind die Längs-Versteifungselemente LVE benachbarter Wirbelkästen WK an Lagerelementen L gelagert, die in Wirbelkasten-Längsrichtung XW gesehen neben den Gelenkbändern B1, B2 gelegen sind.

Die Figuren 21, 22 zeigen eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verstellmechanismus mit einem zusätzlichen Teleskop-Antrieb für den Hinterkanten-Flügel 2 des in der Figur 1 dargestellten Flugzeuges, so dass sich ein Verstellbereich VB2 ergibt (Figur 1). Der Teleskop-Antrieb T kann allgemein ein Aktuator sein, der in Drehachsen-Richtung des Verstellbereichs verstellbar ist. Der Teleskop-Antrieb T ist zwischen dem Flügelbereich des Flugzeugs und dem erfindungsgemäßen Verstellbereich angeordnet. Auf diese Weise kann die Lage und Position des erfindungsgemäßen Verstellbereichs insgesamt gegenüber dem Flügelbereich des Flugzeugs verändert und eingestellt werden.

Der erfindungsgemäß vorgesehene Antriebsschlauch-Abschnitt kann auch als fluidischer Stellantrieb nach der DE 100 09 157 A1 gestaltet sein, d.h. als fluidischer Stellantrieb zur translatorischen Bewegung eines ersten und eines zweiten

Strukturteils quer zu einem Abstand zwischen diesen relativ zueinander, mit einem von einem Druckmittel gefüllten Gehäuse, das in seiner Längsrichtung entlang des Abstandes verläuft und mit diesen verbunden ist, wobei die Größe des Abstandes von der relativen Lage der einander gegenüberliegenden Seitenwände des Gehäuses abhängt, die mittels eines Druckmittels gegeneinander zur Bewegung der Strukturteile bewegbar sind, wobei das Innere des ersten Gehäuses mit einem flexiblen Schlauch ausgefüllt ist und die Seitenwände entlang des Abstandes bereichsweise abwechselnd mit dem ersten und dem zweiten Strukturteil in Verbindung stehen. Die Strukturteile sind dabei mit den Längs-Versteifungselementen LVE verbunden.

Dabei kann ein äußeres Gehäuse außerhalb des ersten Gehäuses vorgesehen sein, dessen an den Seitenwänden des ersten Gehäuses liegenden Seitenwänden mit jeweils einem Strukturteil verbunden ist, wobei der Bereich zwischen dem ersten Gehäuse und dem äußeren Gehäuse mit Druckmittel beaufschlagbar ist, und wobei der Schlauch im ersten Gehäuse eine vernachlässigbare Dehnung aufweist und dass in Längsrichtung seitlich des ersten Gehäuses im Raum zwischen diesem und dem zweiten Gehäuse auf jeder Seite des ersten Gehäuses jeweils ein weiterer flexibler Schlauch mit vernachlässigbarer Dehnung gelegen ist, wobei die Wand des äußeren Gehäuses am ersten Gehäuse derart fixiert ist, dass die Bewegung der Seitenwände des ersten Gehäuses durch eine Druckmittel-Umwälzung des Druckmittels zwischen dem Schlauch und den weiteren Schläuchen erfolgt.

**Patentansprüche**

1. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche mit zwei gegenüberliegenden Beplankungsflächen, mit mehreren nebeneinander angeordneten und zueinander verschwenkbaren Wirbelkästen (WK) mit Quer-Versteifungselementen (QVE) und Längs-Versteifungselementen (LVE), die mit einem Gelenk (G) gelenkig miteinander verbunden sind, so dass die Wirbelkästen relativ zueinander verschwenkbar sind,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass zwischen jeweils benachbarten Längs-Versteifungselementen (LVE) jeweils ein erster Antriebsschlauch-Abschnitt (S1) und ein zweiter Antriebsschlauch-Abschnitt (S2) angeordnet ist, die jeweils in Verbindung mit einer Pumpe (P) zur Bereitstellung eines vorbestimmten Volumens über ein Druckmedium stehen, so dass zwischen den Antriebsschlauch-Abschnitten (S1, S2) die Achse des Gelenks (G) verläuft,

wobei die Pumpe funktional mit einer Steuerungs-Einrichtung in Verbindung steht, um aufgrund von Steuerungsvorgaben mittels komplementärer Volumen-Änderungen durch Umwälzung oder Volumentransfer des in dem ersten und zweiten Antriebsschlauch-Abschnitt (S1, S2) enthaltenen Druckmittels benachbarte Wirbelkästen (WK) um die Gelenk-Achse zu verschwenken.

2. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach dem Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsschlauch-Abschnitte derart miteinander verbunden sind, dass mehrere erste (S1) und/oder zweite (S2) Antriebsschlauch-Abschnitte aus einem kontinuierlichen Antriebsschlauch (S) gebildet sind

3. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach dem Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere miteinander verbundene Antriebsschlauch-Abschnitte (S1, S2) jeweils miteinander in Verbindung stehen und von einer Pumpe versorgt werden.
4. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** einzelne Antriebsschlauch-Abschnitte (S1, S2) gezielt mit einzelnen Pumpen druckbeaufschlagt werden können, so dass auch die Krümmung des Verstellbereichs (VB) in Abhängigkeit von an die jeweiligen Pumpen weiterzugebenden Steuerungskommandos einstellbar ist.
5. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quer-Versteifungselemente (QVE) die Funktion von Rippen des Verstellbereichs (VB) und die Längs-Versteifungselemente (LVE) die Funktion von Holmen haben.
6. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quer-Versteifungselemente (QVE) die Funktion von Holmen des Verstellbereichs (VB) und die Längs-Versteifungselemente (LVE) die Funktion von Rippen haben.

7. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Antriebsschlauch-Abschnitte (S1, S2) über eine Gruppe von mehreren in Wirbelkasten-Längsrichtung hintereinander angeordnete Wirbelkästen (WK) erstrecken, wobei die Volumina für den Antriebsschlauch jeder Gruppe von Wirbelkästen gesondert einstellbar sind.
8. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu den Wirbelkästen zusätzlich weitere, mit diesen mechanisch gekoppelte Wirbelkästen (WK) angeordnet sind, für die eine weitere Pumpe installiert ist, um für diese weitere Gruppe von Wirbelkästen (WK) die Drücke in den Antriebsschlauch-Abschnitten gesondert einzustellen.
9. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Gruppen von in Wirbelkasten-Querrichtung (YW) hintereinander angeordneten Wirbelkästen von jeweils einer eigenen Pumpe versorgt werden.
10. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Antriebsschlauch-Abschnitte, die zwischen Gruppen von in Wirbelkasten-Querrichtung (YW) gelenkig miteinander verbundene Wirbelkästen mit mehrere Antriebssysteme (A, B) mit jeweils einem ersten Antriebsschlauch (SA1, SB1) und jeweils einem zweiten Antriebsschlauch (SA2, SB2) und mit jeweils einer Pumpe (P) gebildet sind, wobei die Antriebsschläuche jeweils mehrere

erfindungsgemäße Antriebsschlauch-Abschnitte (S1, S2) zur Verstellung von zwei benachbarten Wirbelkästen (WK) relativ zueinander aufweisen.

11. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen jeweils zwei benachbarten Längs-Versteifungselementen (LVE) mehrere Antriebsschlauch-Abschnitte (L1 bzw. L2) angeordnet sind.
12. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gelenk aus zwei Kraftübertragungs-Elementen (K1, K2) mit jeweils Hebeln (H1, H2) zur Ausbildung eines Hebelarmes in Bezug auf die Gelenk-Achse aufweist (Figuren 15a, 15b, 15c), wobei die Hebel gegenüberliegender Kraftübertragungs-Elemente (K1, K2) einander zugewandte Auflageflächen (F) zur Aufnahme des zumindest einen Antriebsschlauch-Abschnitt (S1 bzw. S2) besitzt.
13. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach dem Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlageflächen in Bezug auf die Achse des Gelenks (G) derart positioniert sind, dass bei Ausübung einer Druckkraft auf die jeweils gegenüberliegenden Anlageflächen eine Kraft-Komponente in Wirbelkasten-Querrichtung (YW) entsteht, die bei zwei Hebeln pro Gabel mindestens die Hälfte der von dem jeweiligen Antriebsschlauch-Abschnitt ausgeübten Druckkraft beträgt.
14. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach dem Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein

Kraftübertragungs-Element (K) zwischen zwei Wirbelkästen angeordnet ist, dessen wirksamer Hebelarm in einem spitzen Winkel zur Wirbelkasten-Querrichtung (YW) desjenigen Wirbelkastens, auf den das Moment auszuüben ist, verläuft und die Anlageflächen (F) zur Aufnahme des zumindest einen Antriebsschlauch-Abschnitt (S1 bzw. S2) in Bezug auf die Achse des Gelenks (G) derart positioniert sind, dass bei Ausübung einer Druckkraft auf die jeweils gegenüberliegenden Anlageflächen eine Kraft-Komponente in Wirbelkasten-Tiefenrichtung ZW entsteht, die bei zwei Paaren von Anlageflächen pro Kraftübertragungs-Element K mindestens die Hälfte der von dem jeweiligen Antriebsschlauch-Abschnitt ausgeübten Druckkraft beträgt.

15. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach dem Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass das Gelenk (G) als Strukturgelenk gestaltet ist.**
16. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach dem Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass das Strukturgelenk aus zwei Gelenkbändern (B1, B2) gebildet ist, die wechselseitig an den jeweiligen Längs-Versteifungselementen benachbarter Wirbelkästen befestigt sind und deren Verläufe sich in der Gelenkachse in Wirbelkasten-Längsrichtung XW überschneiden,**
17. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach dem Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass die Längs-Versteifungselemente (LVE) benachbarter Wirbelkästen (WK) an Lagerelementen (L) gelagert sind, die in Wirbelkasten-Längsrichtung (XW) gesehen neben den Gelenkbändern (B1, B2) gelegen sind.**

P610948 /Sc  
14.04.2003

18. Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsfläche der Tragflügel eines Flugzeuges ist.**

Fig.1

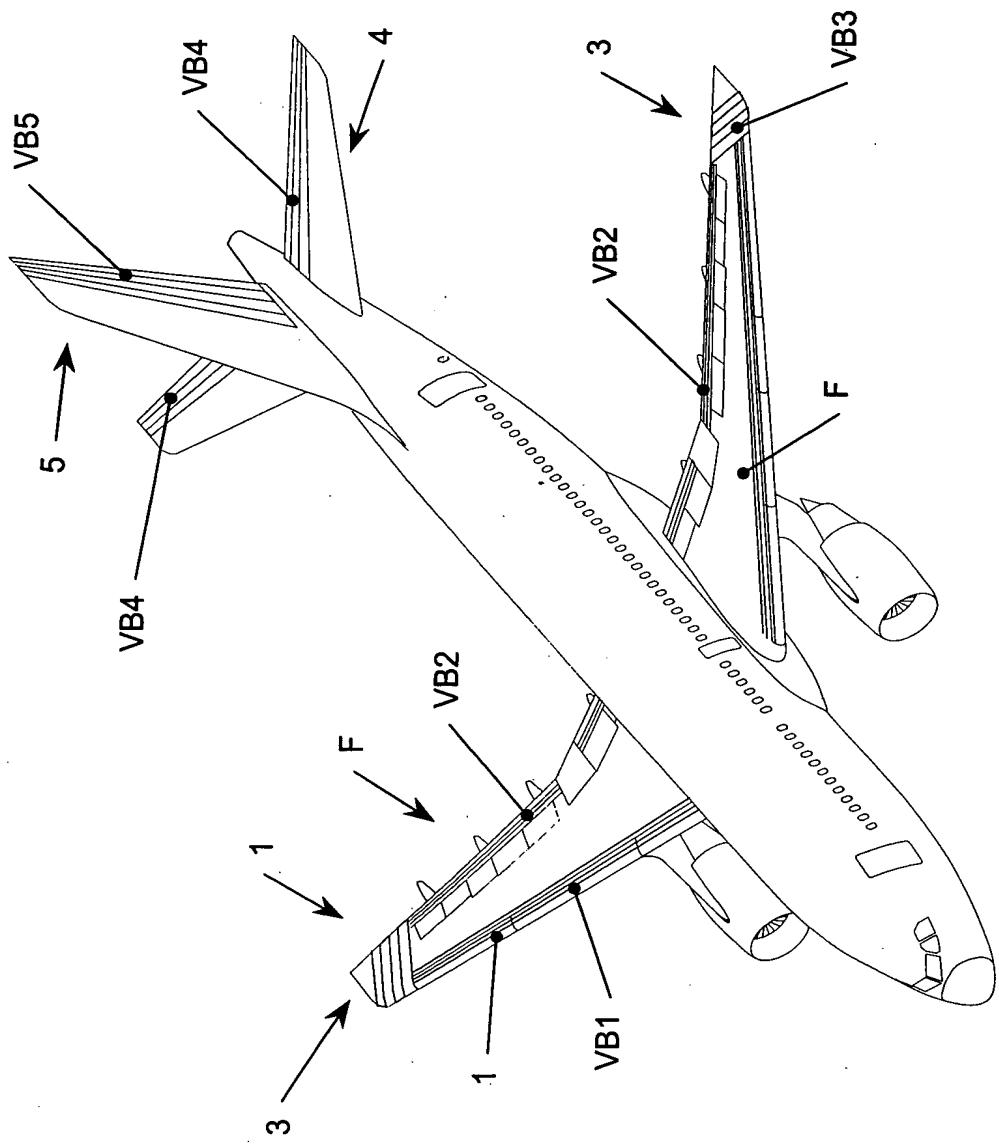
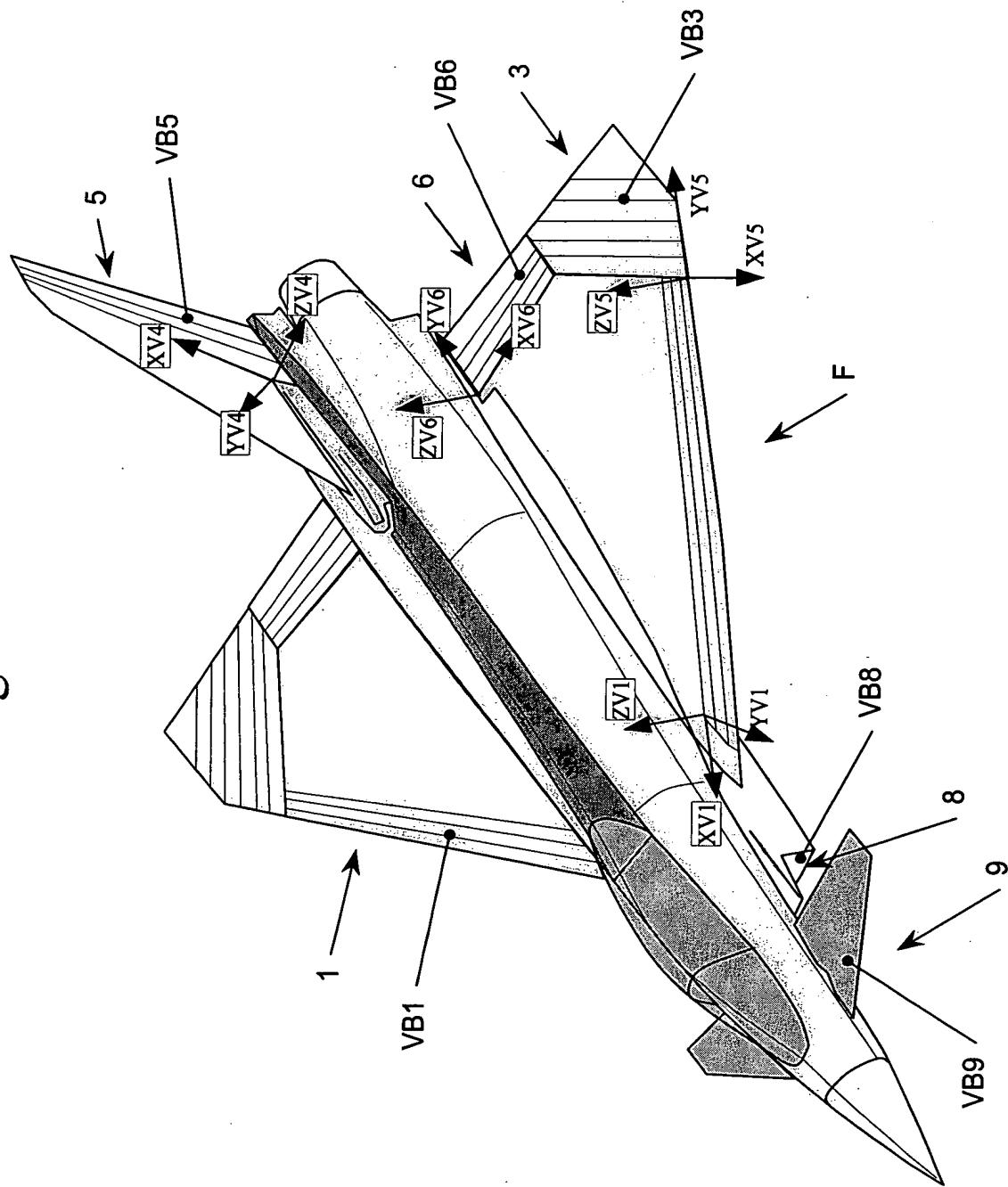


Fig.2



P610948

3/26

Fig.3

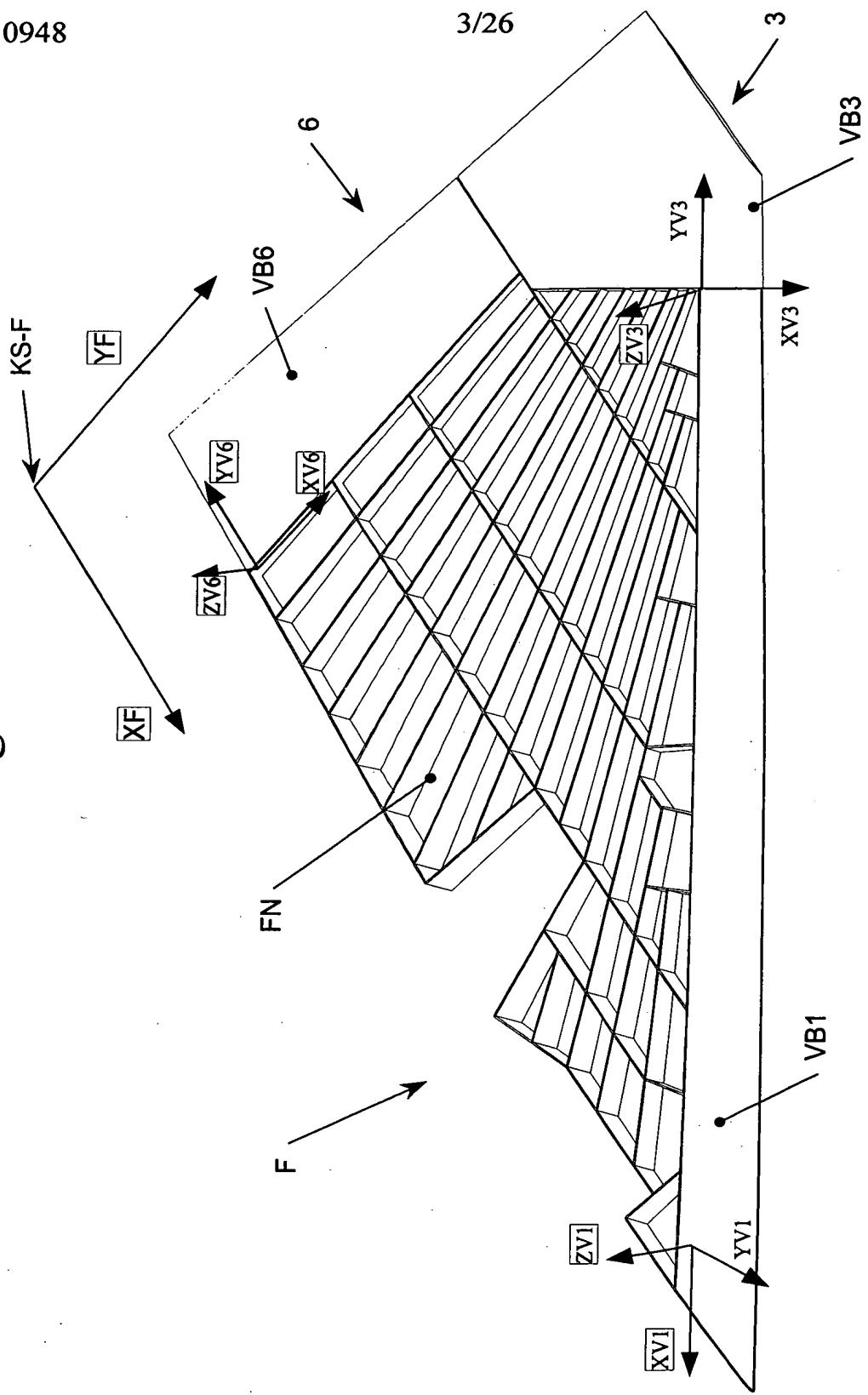


Fig. 4

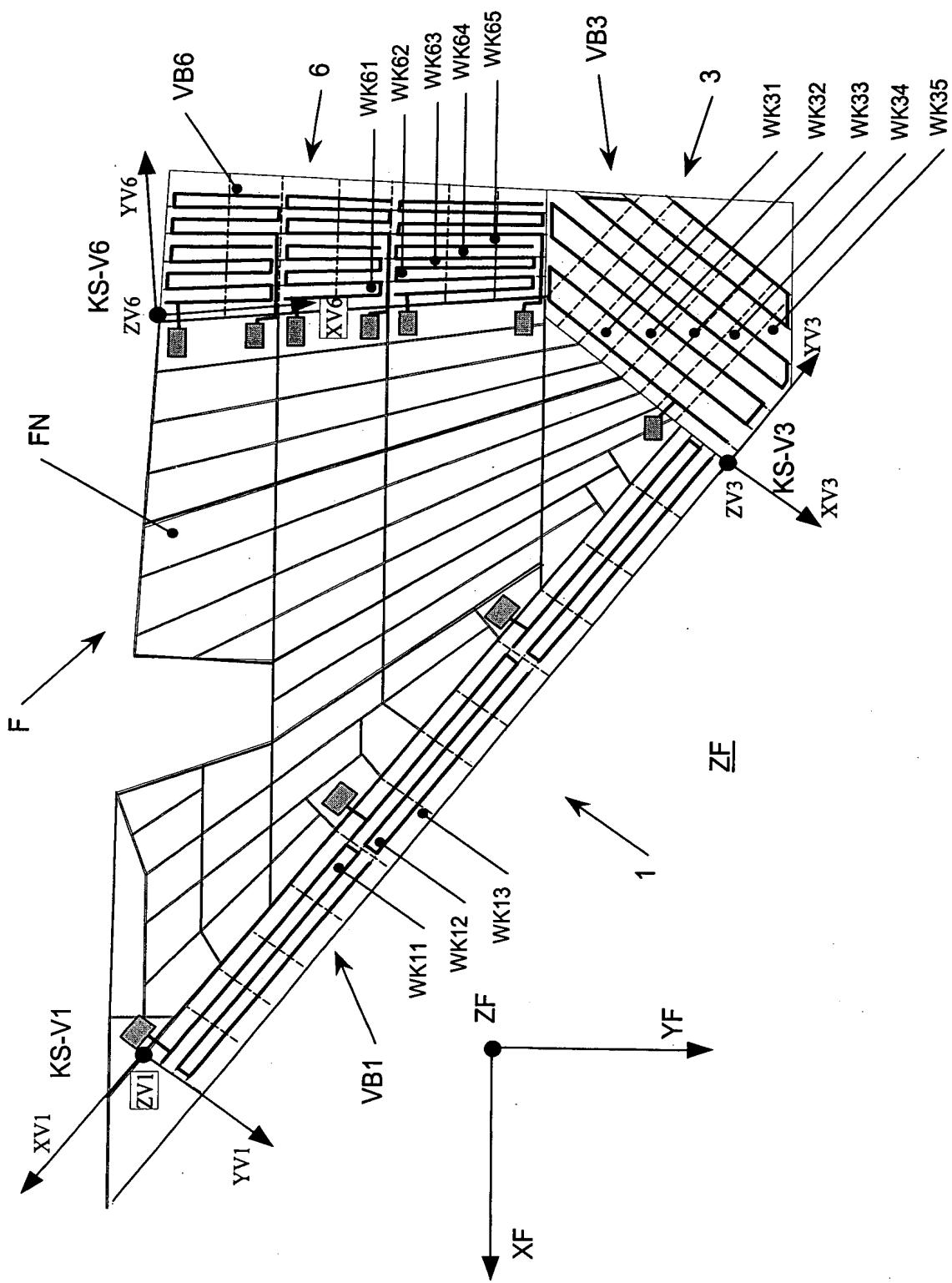


Fig.5

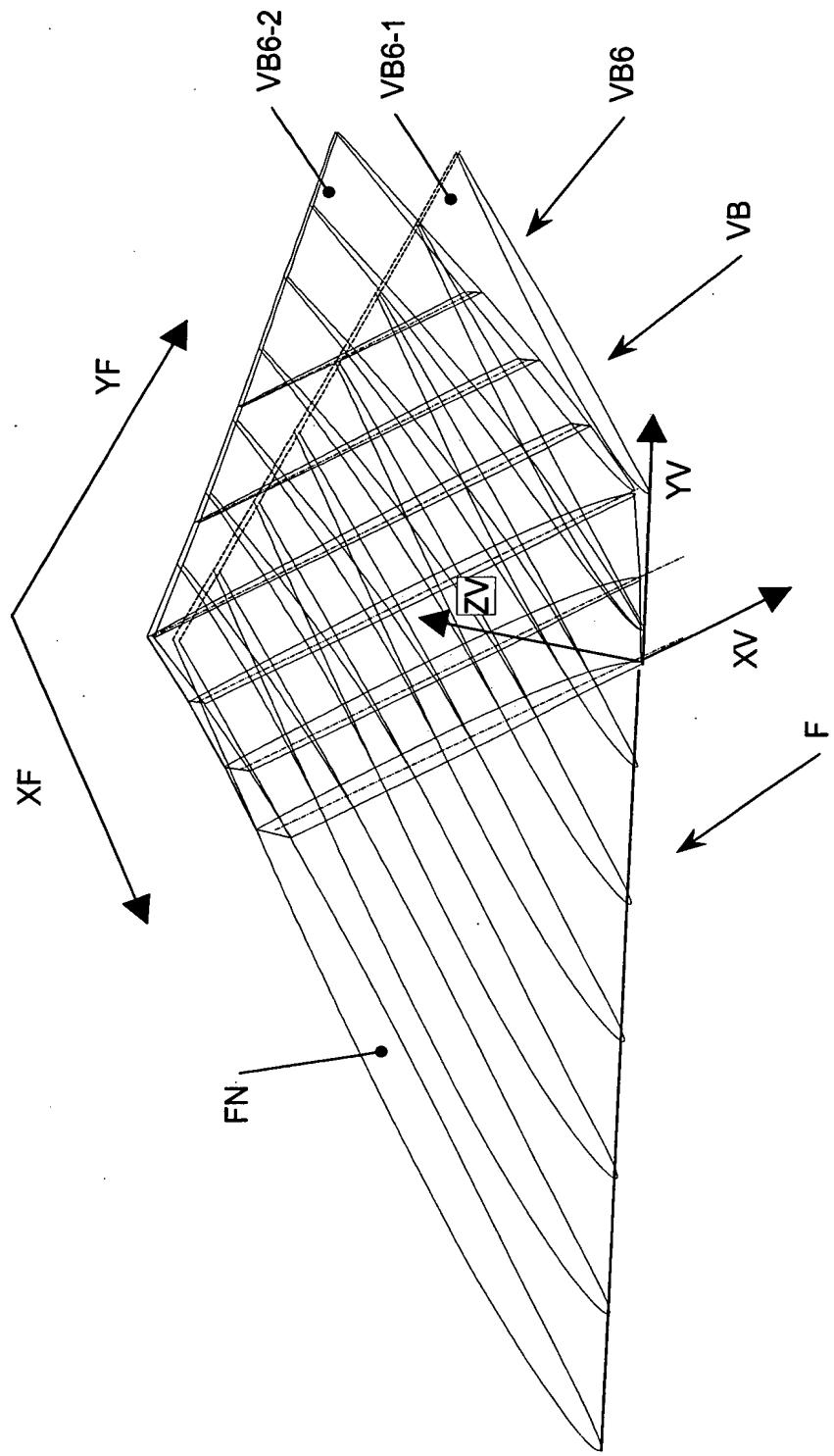
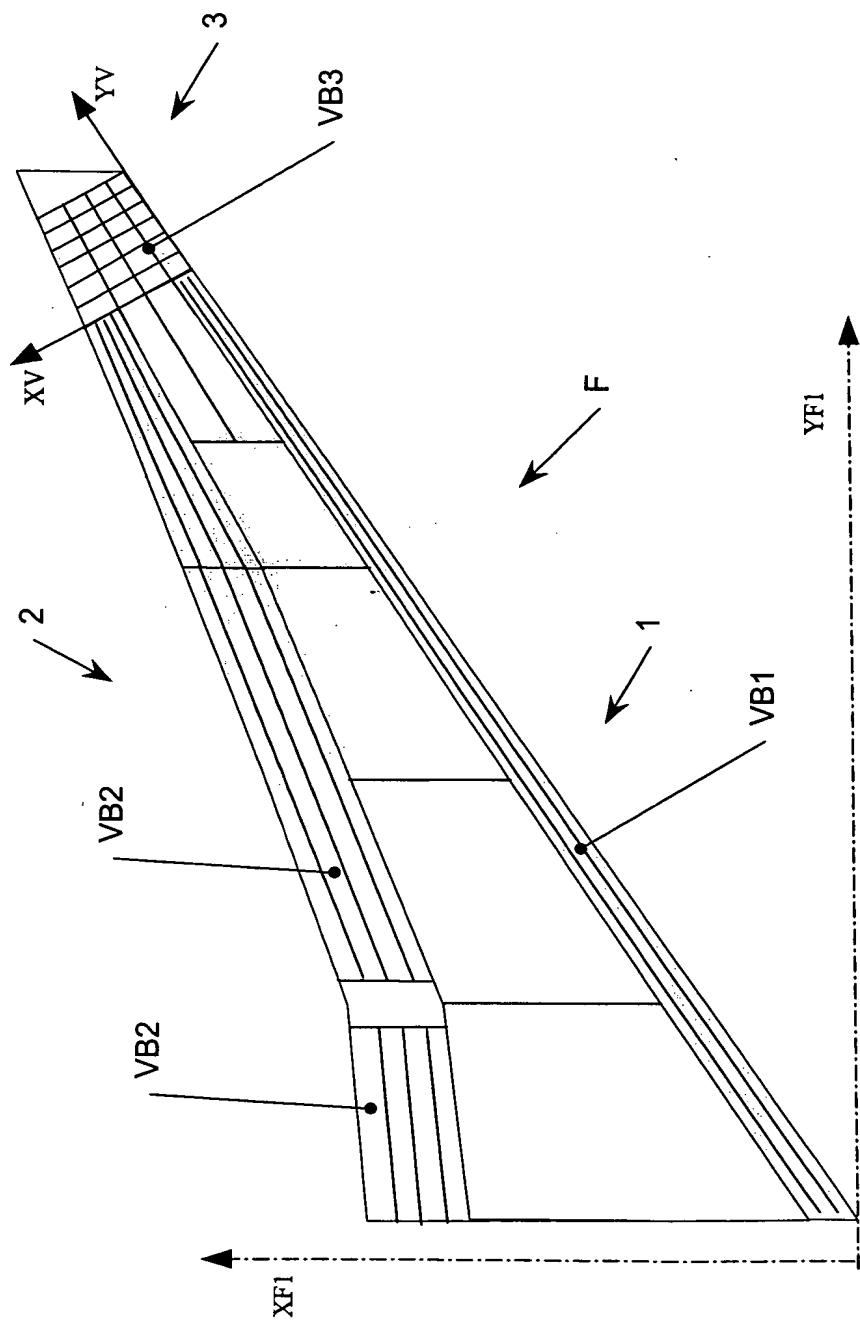


Fig.6



P610948

7/26

Fig.7a

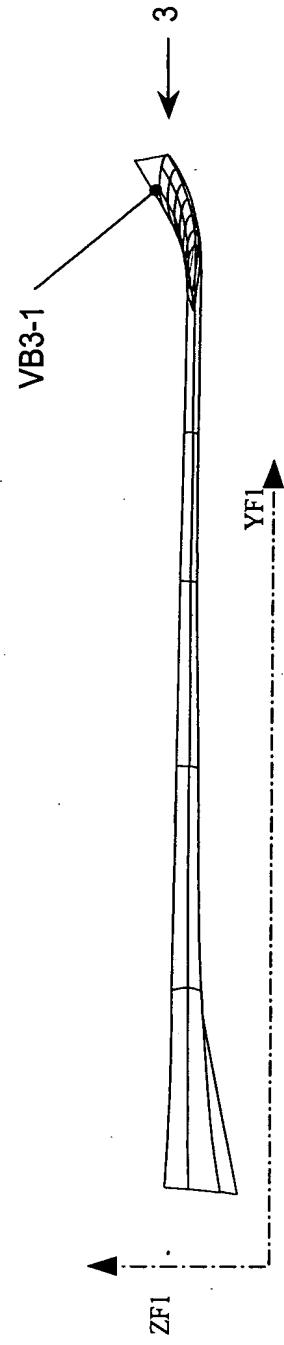


Fig.7b

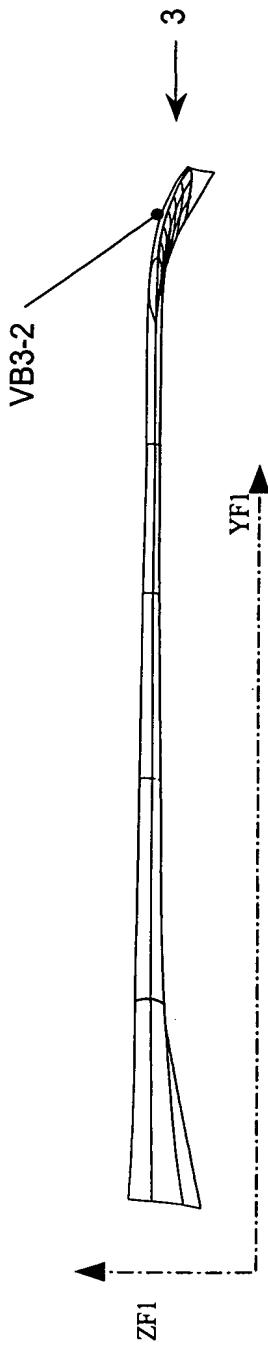
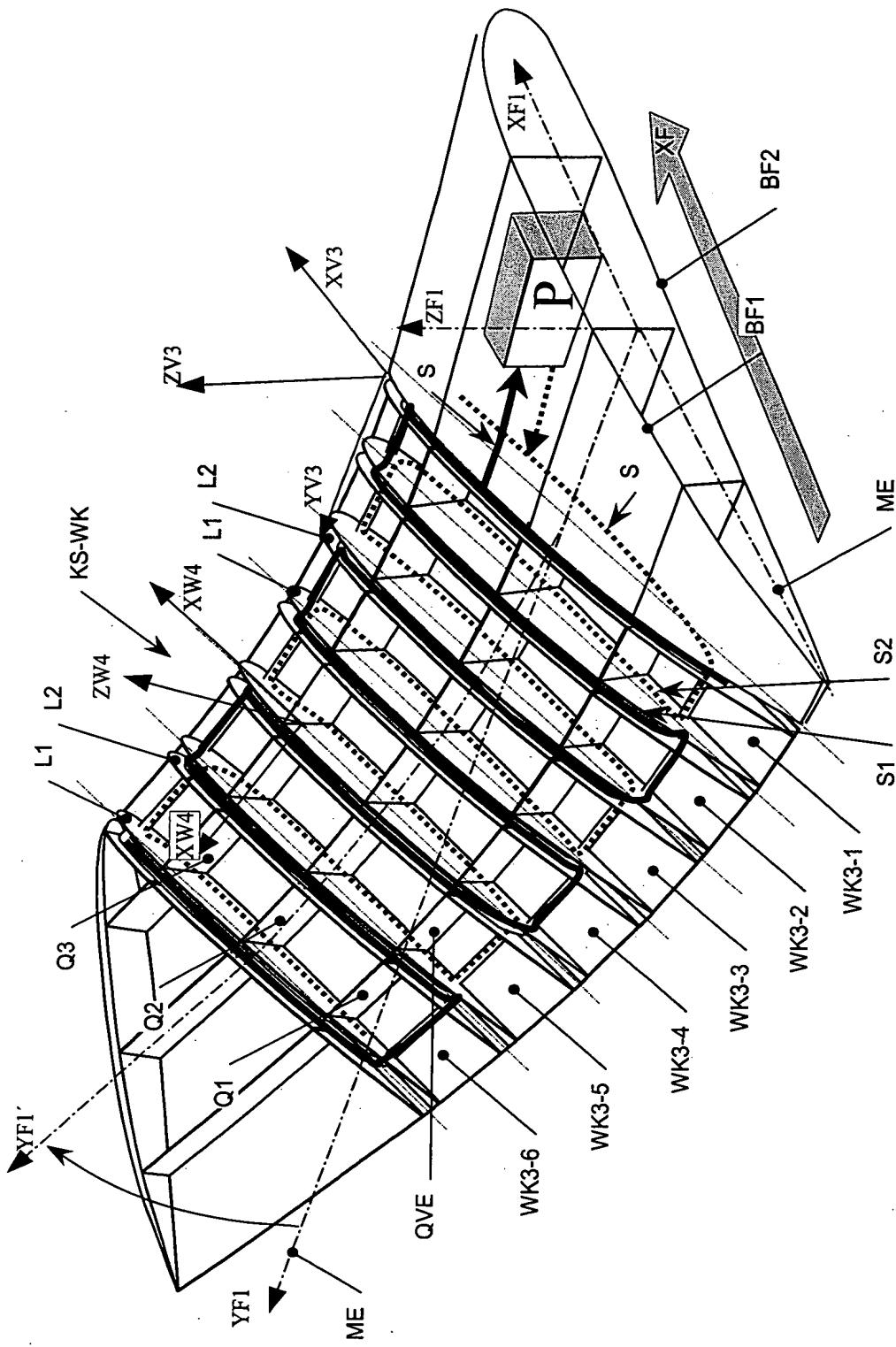


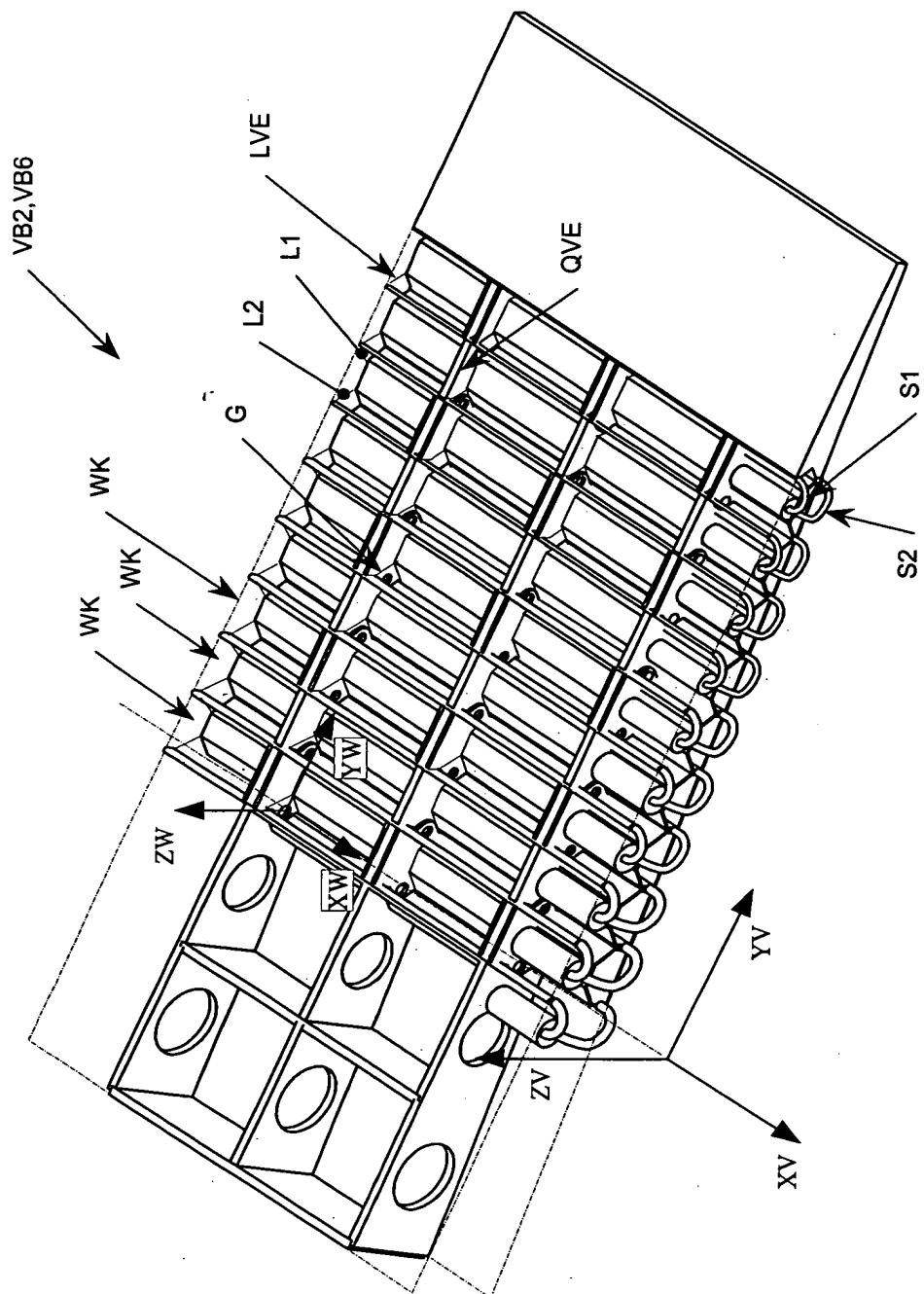
Fig.8



P610948

9/26

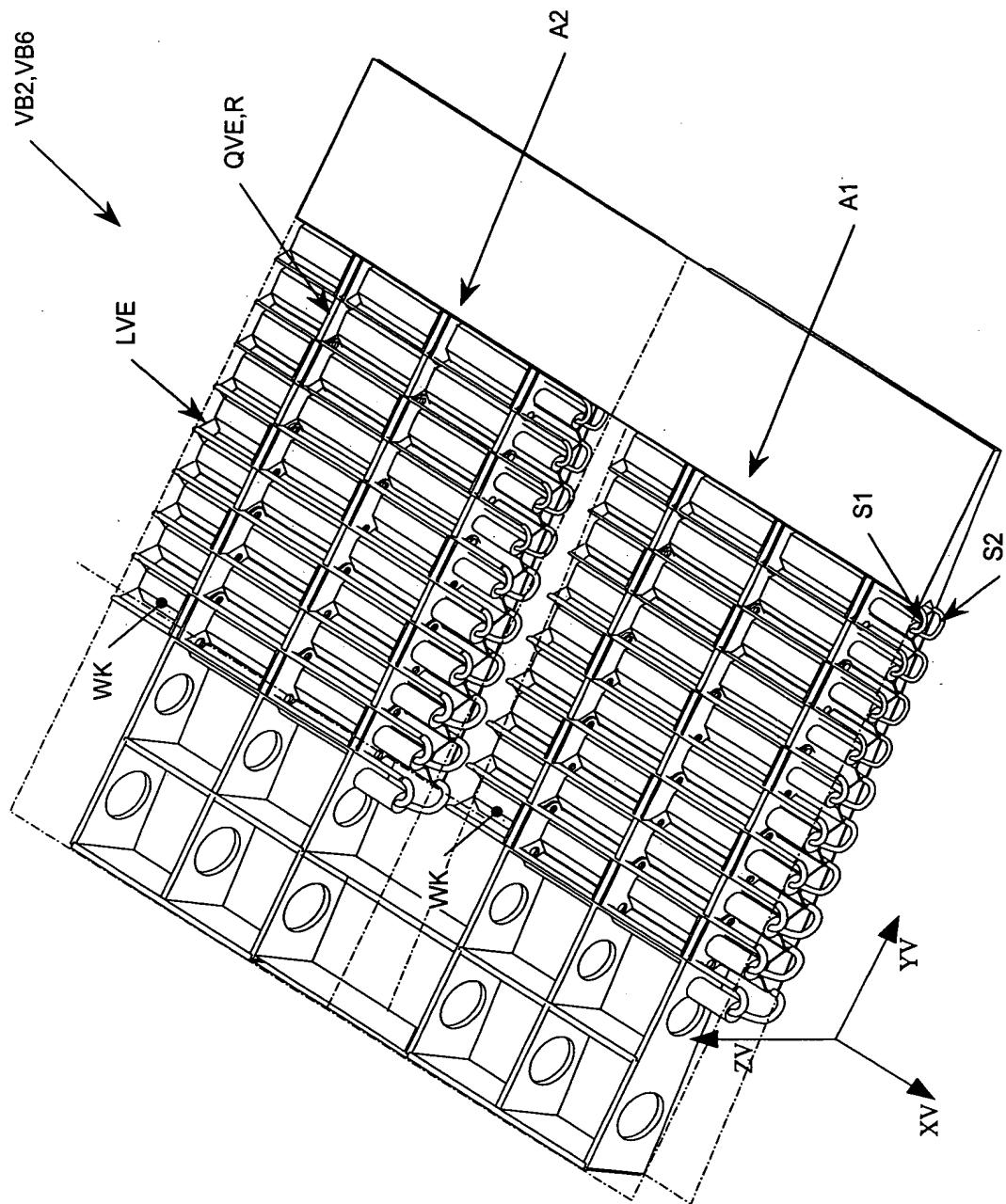
Fig.9a



P610948

10/26

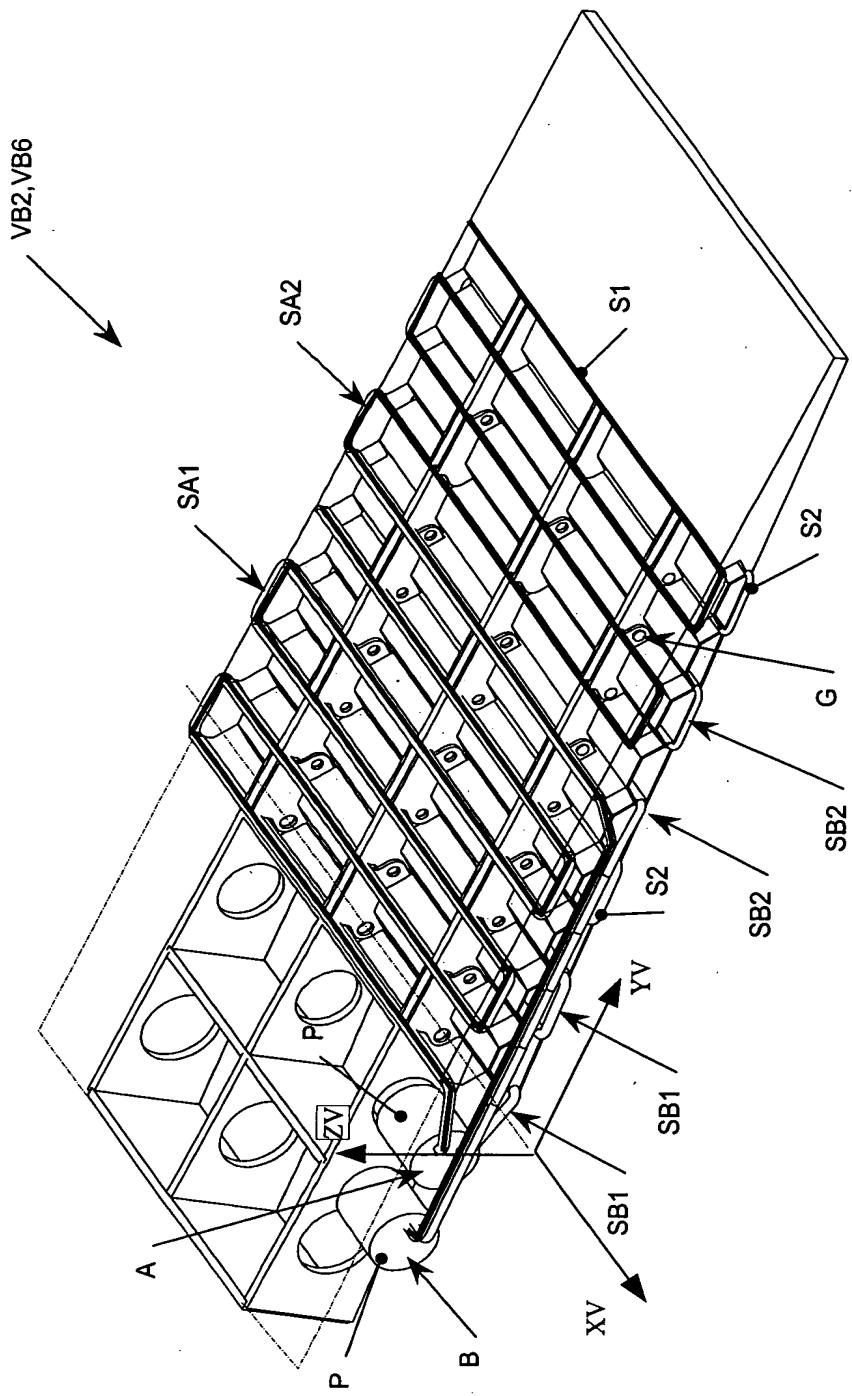
Fig. 9b



P610948

11/26

Fig.10a



P610948

12/26

Fig. 10b

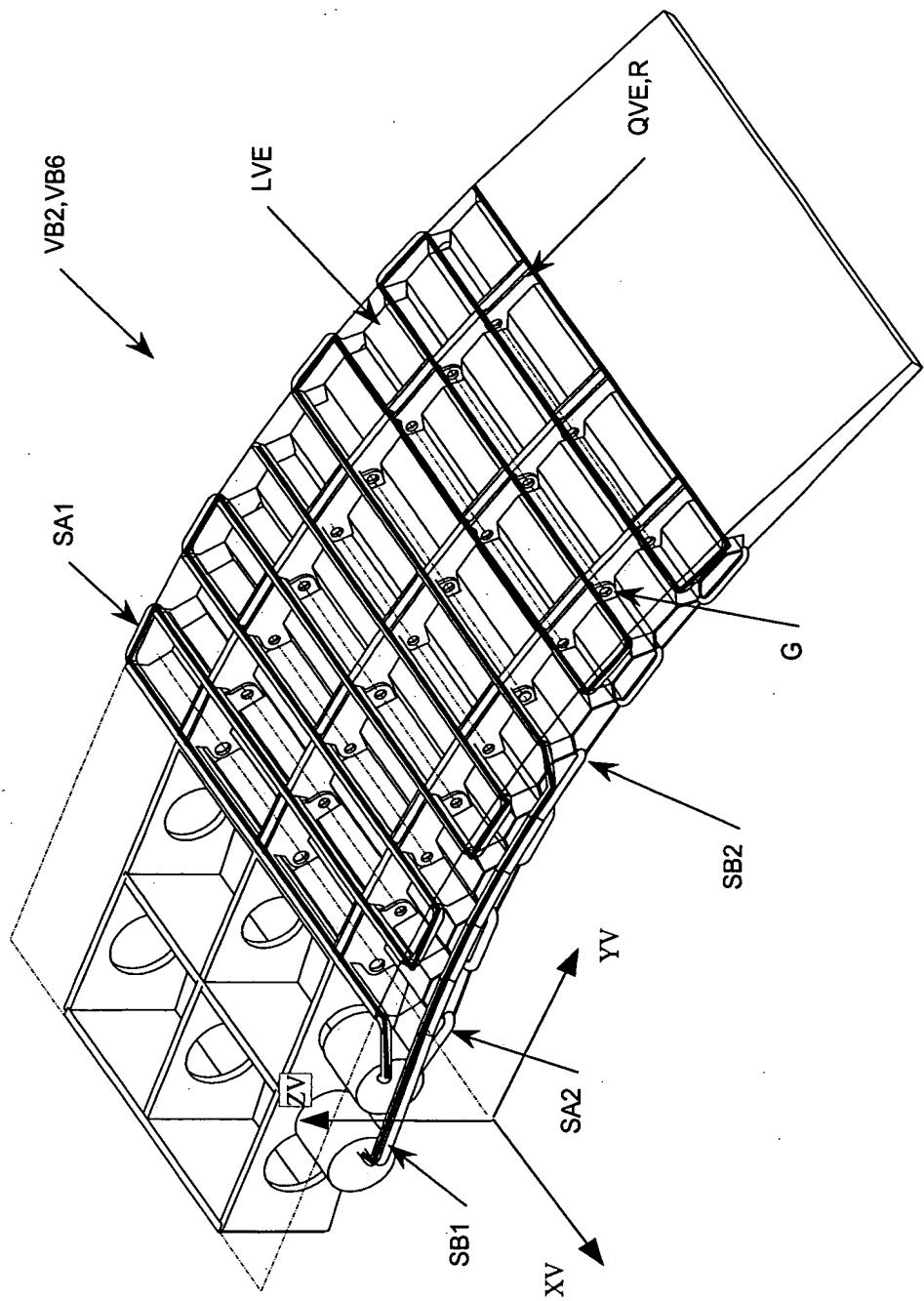


Fig.11

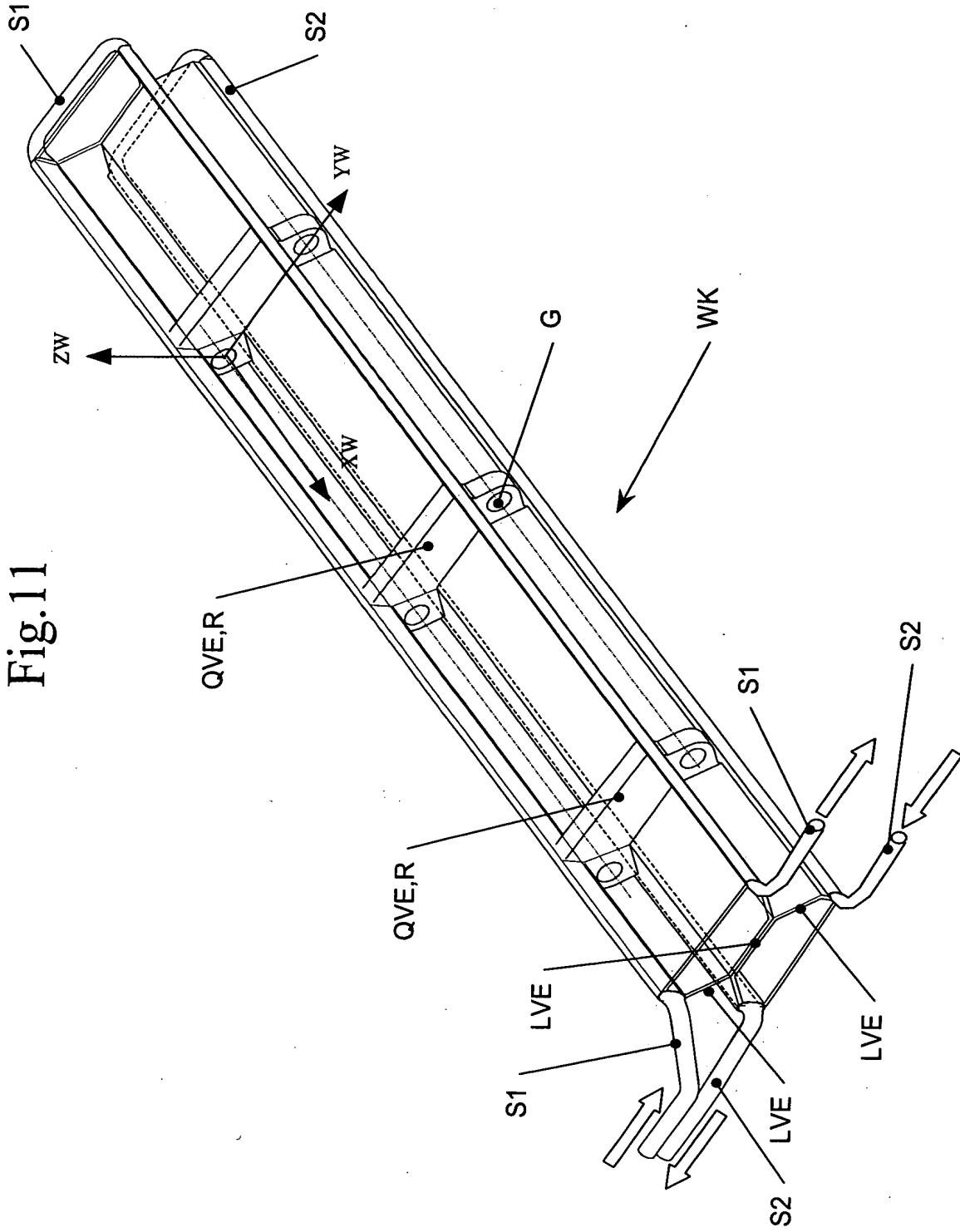


Fig. 12a

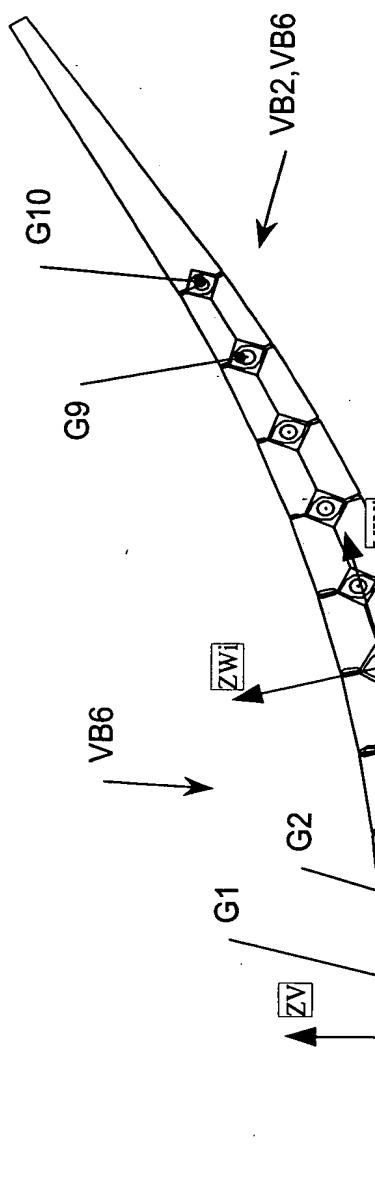


Fig. 12b

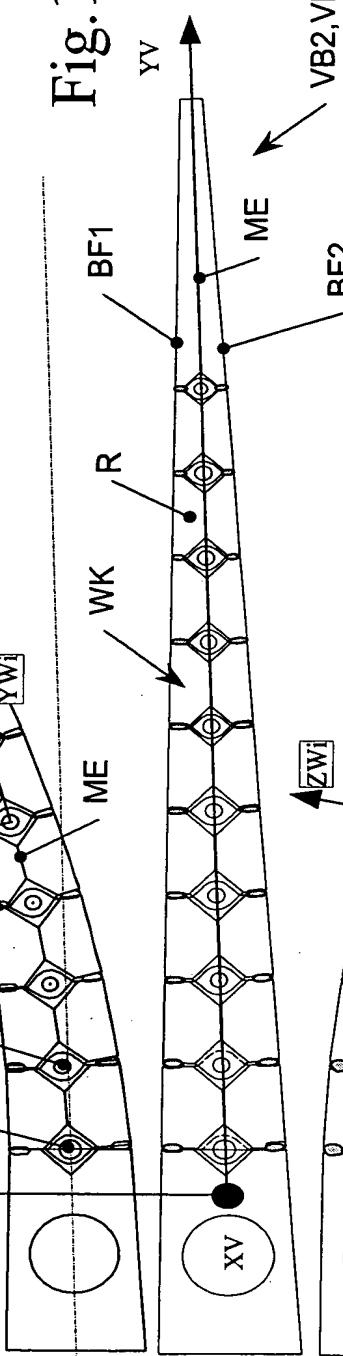


Fig. 12c

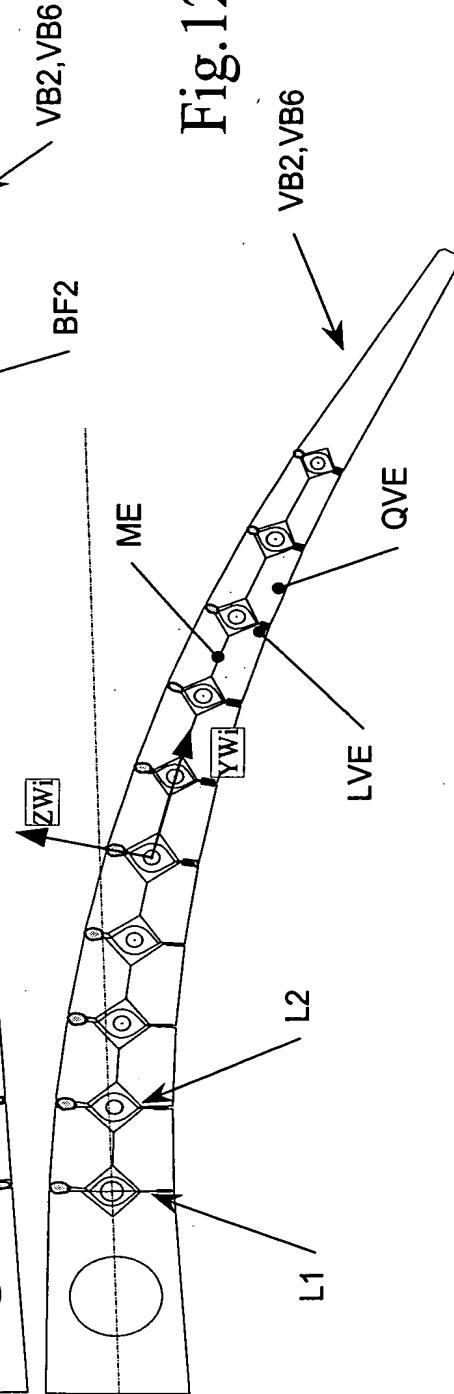


Fig. 13a  
VB6

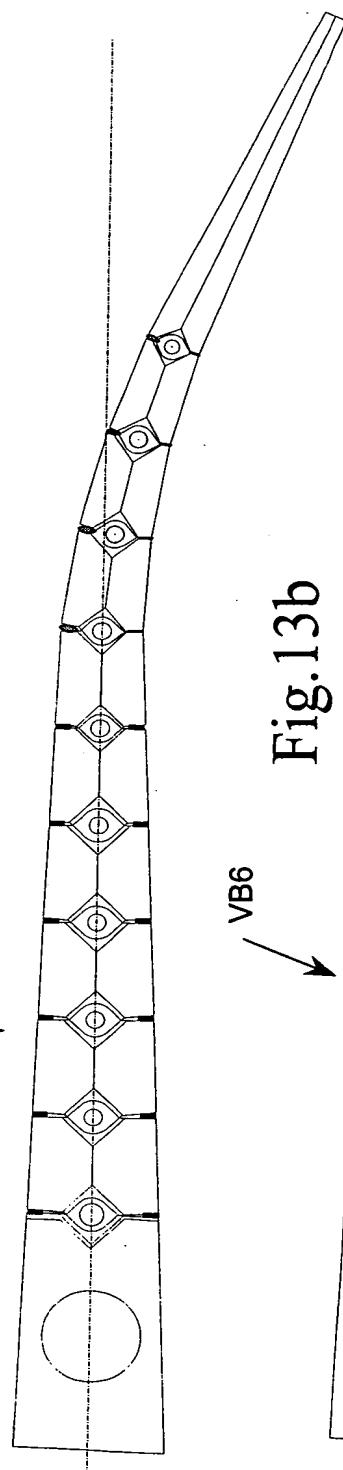


Fig. 13b  
VB6

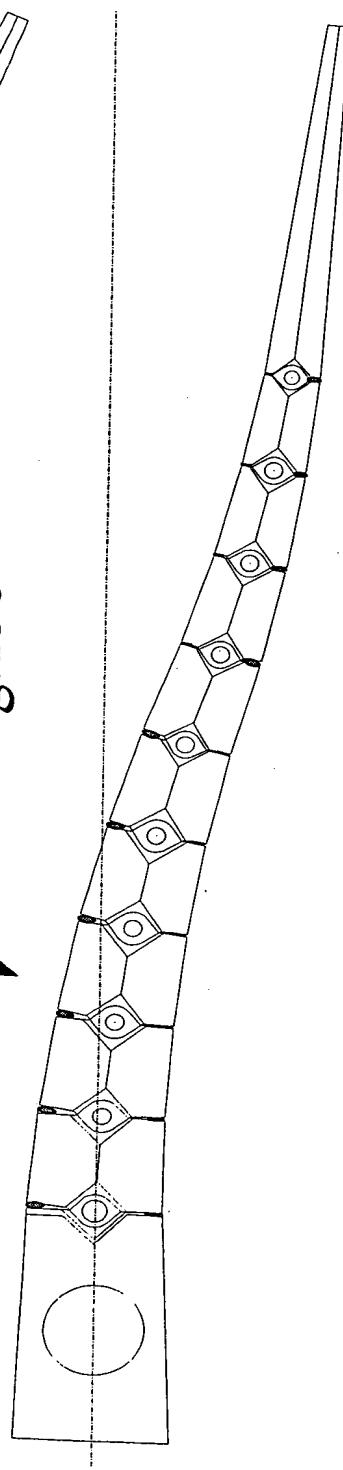


Fig. 13c  
VB6

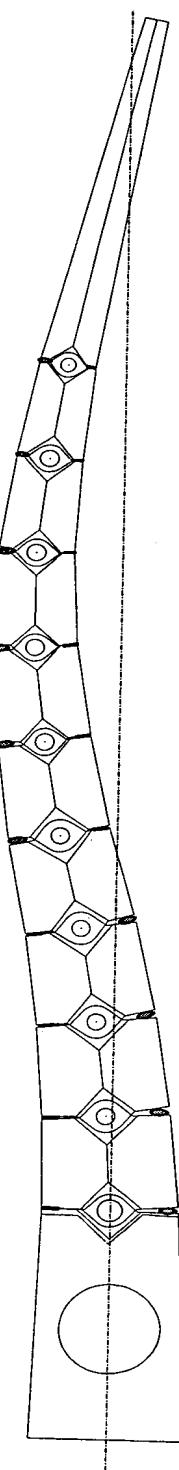
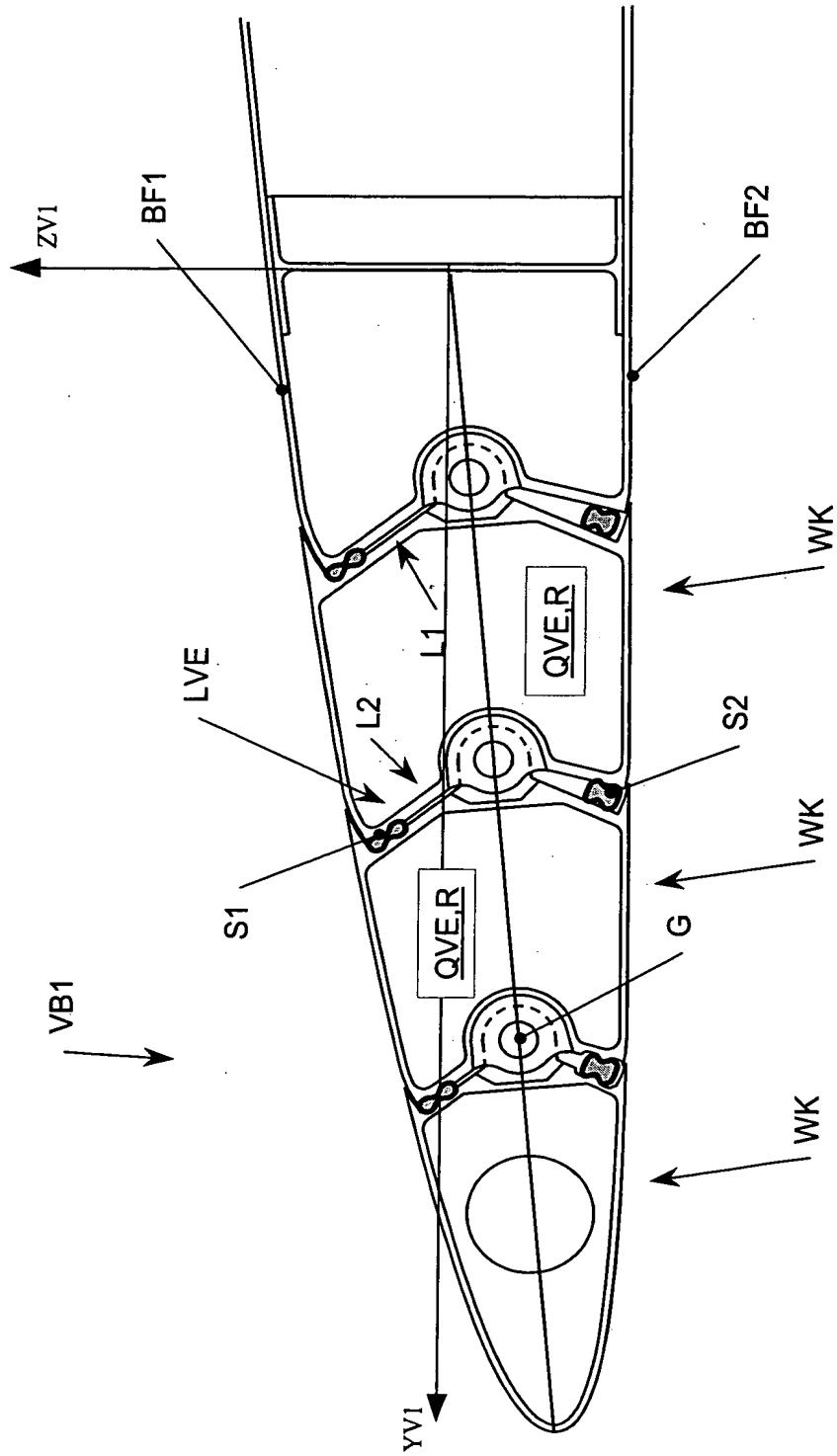


Fig. 14a



P610948

17/26

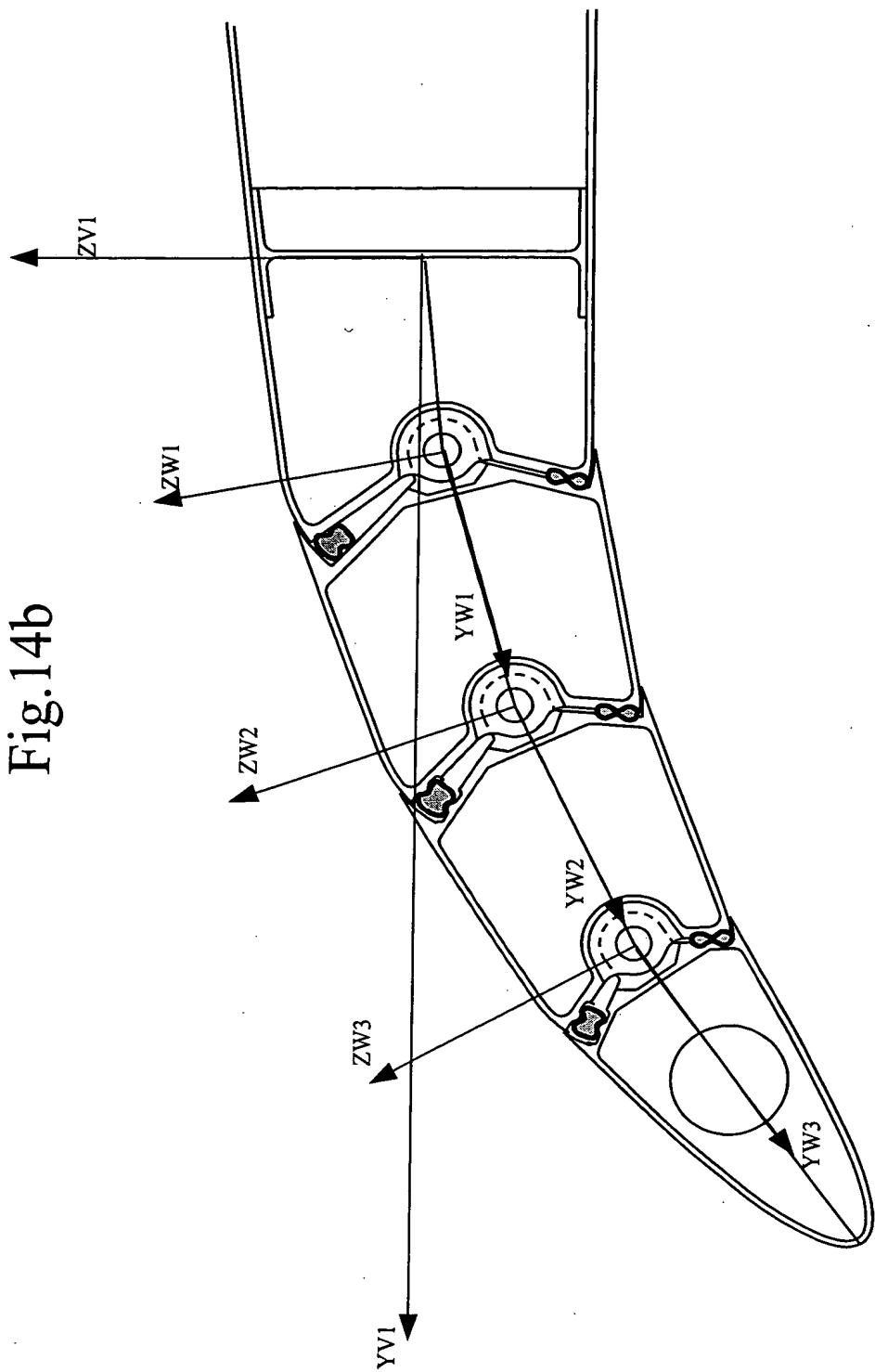


Fig. 14b

Fig. 15a

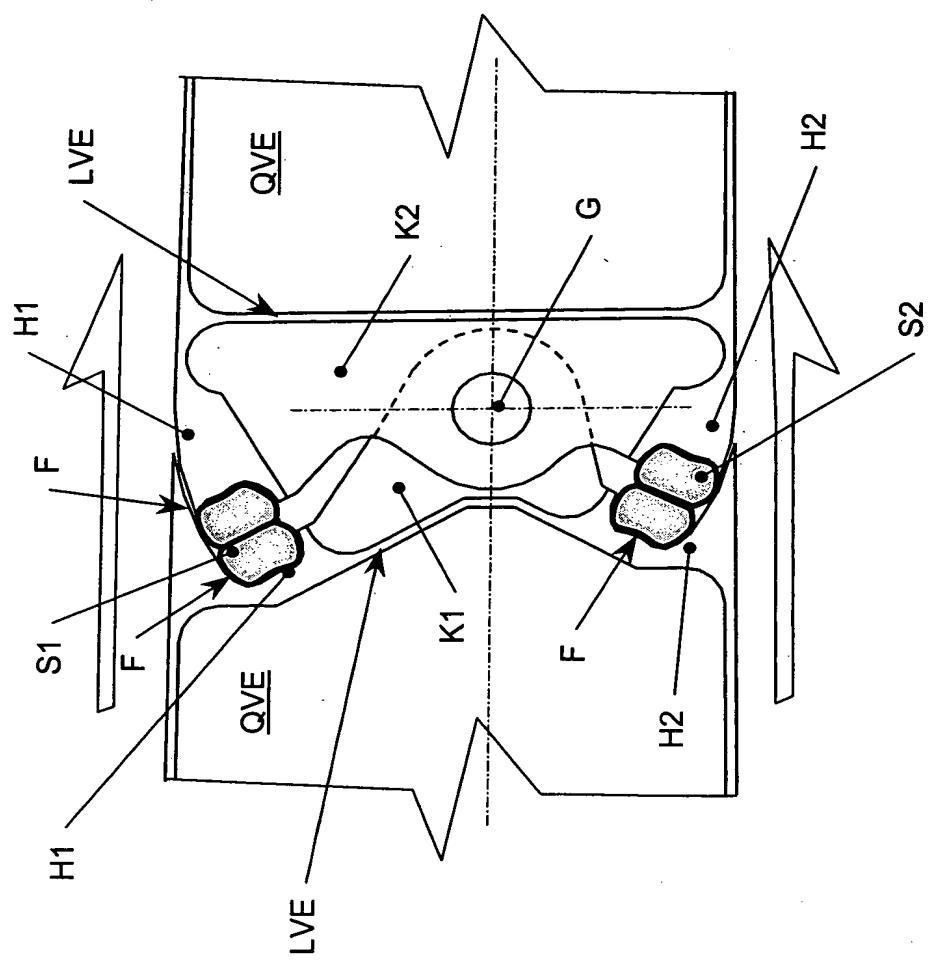


Fig. 15b

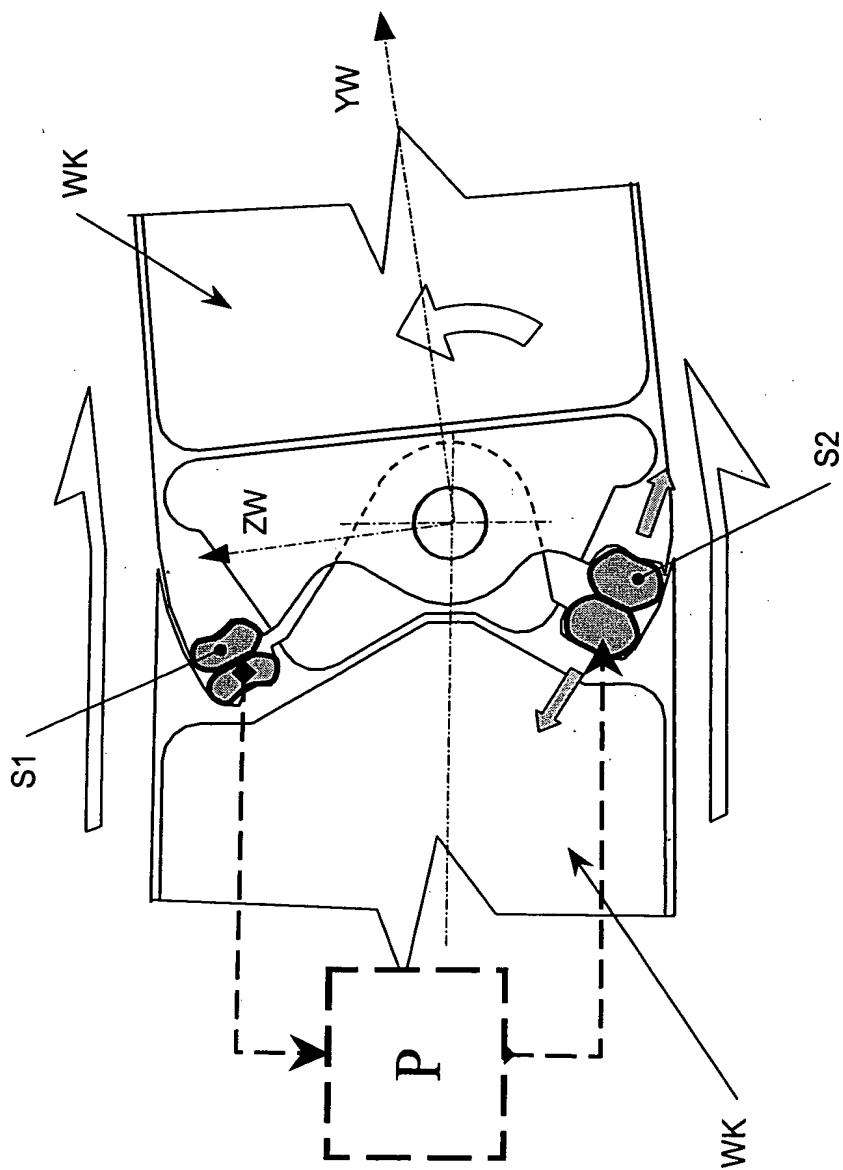


Fig. 15c

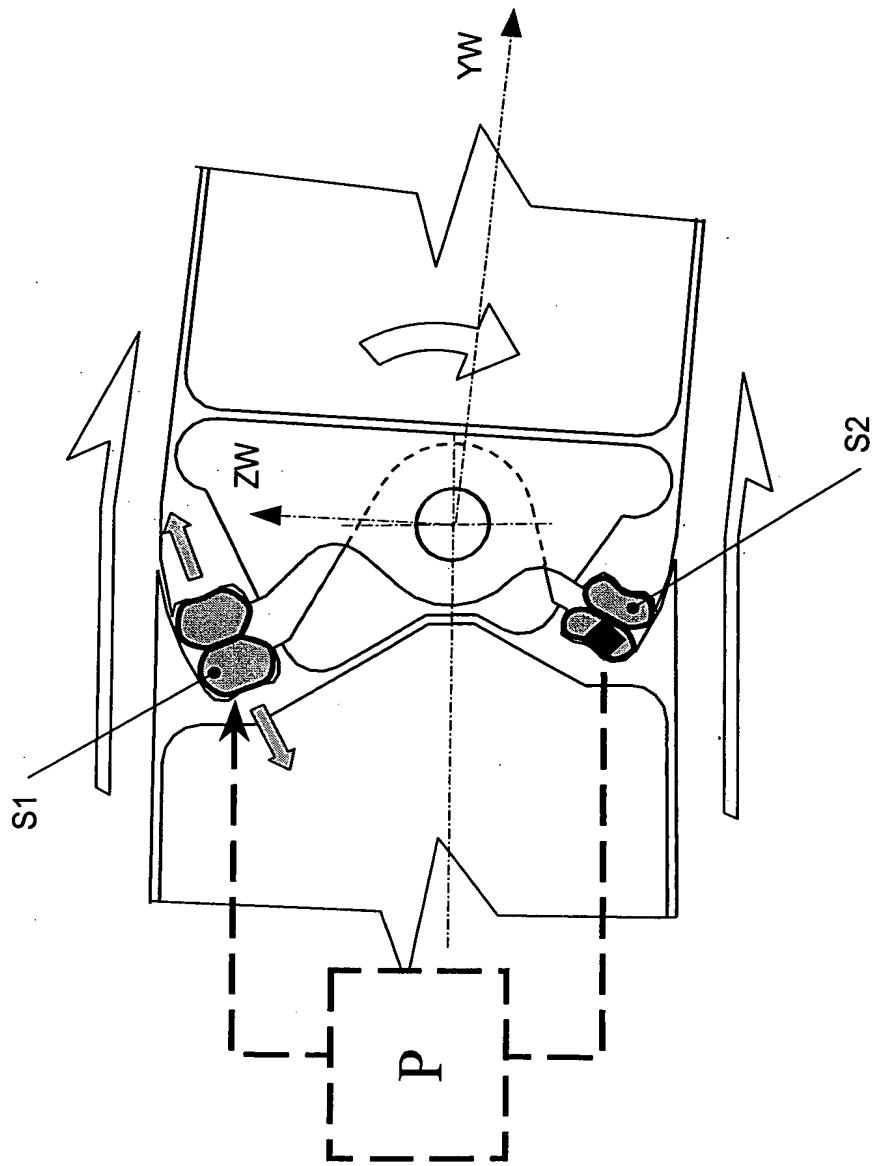


Fig. 16

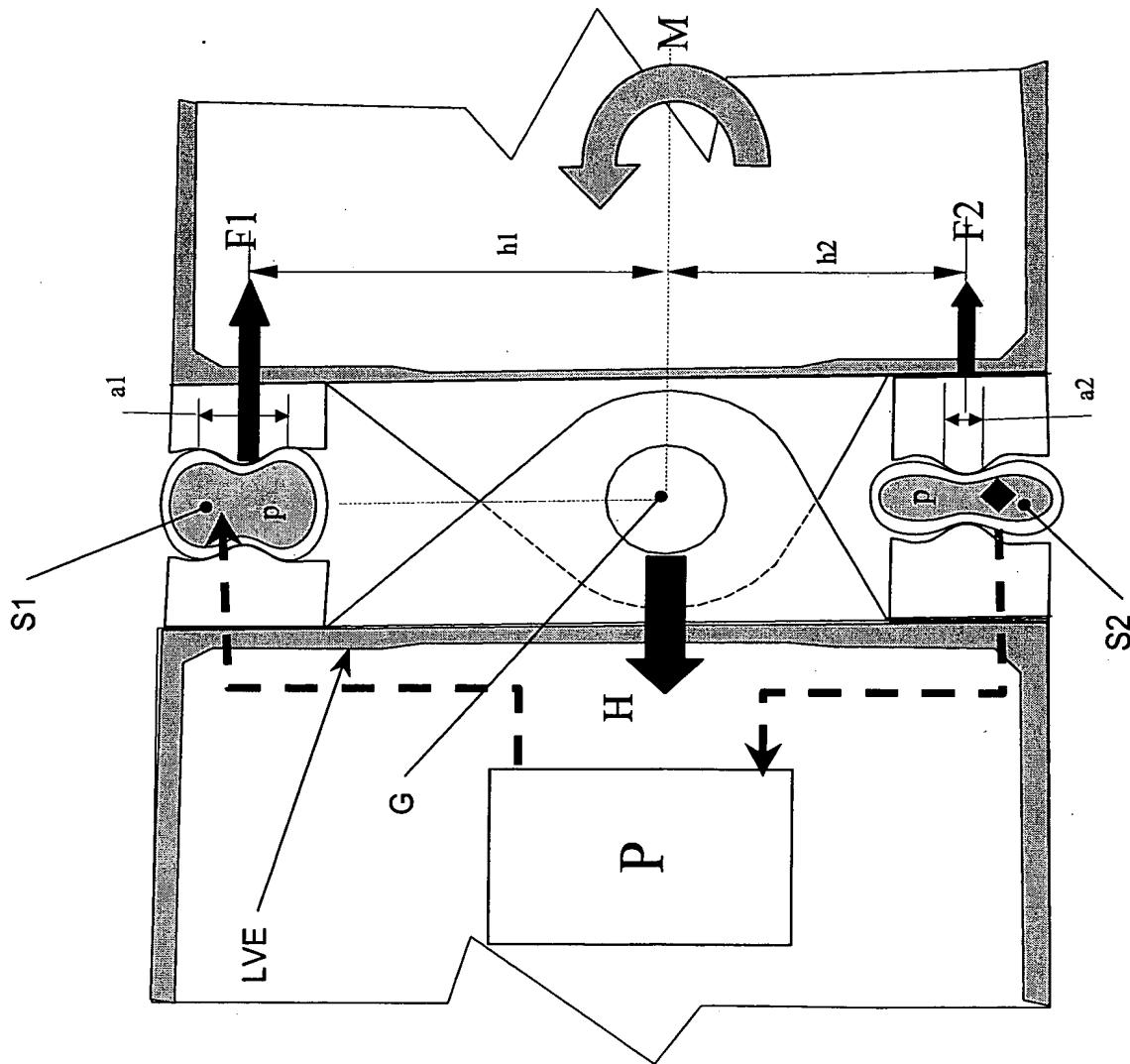


Fig. 17

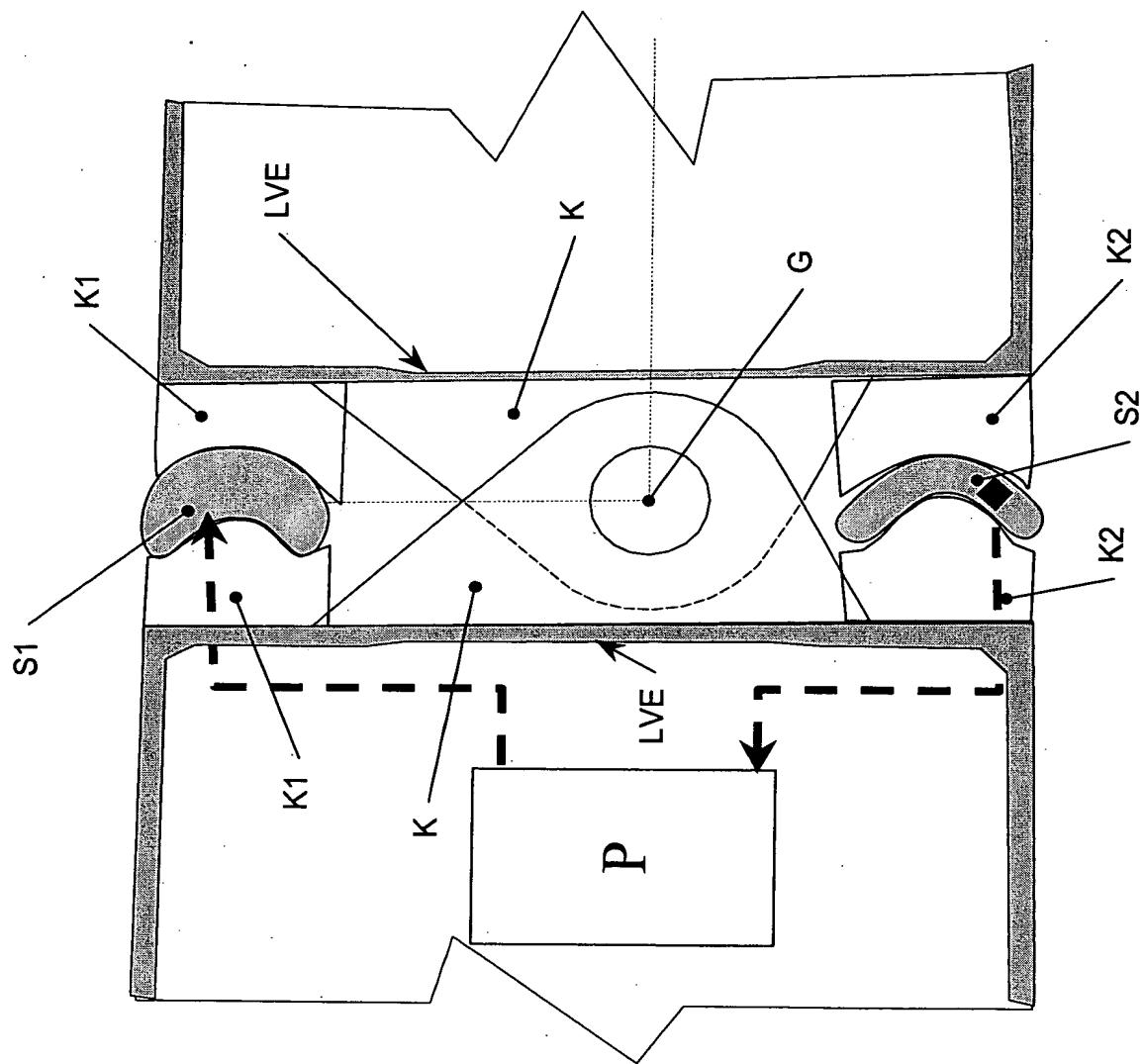


Fig. 18a

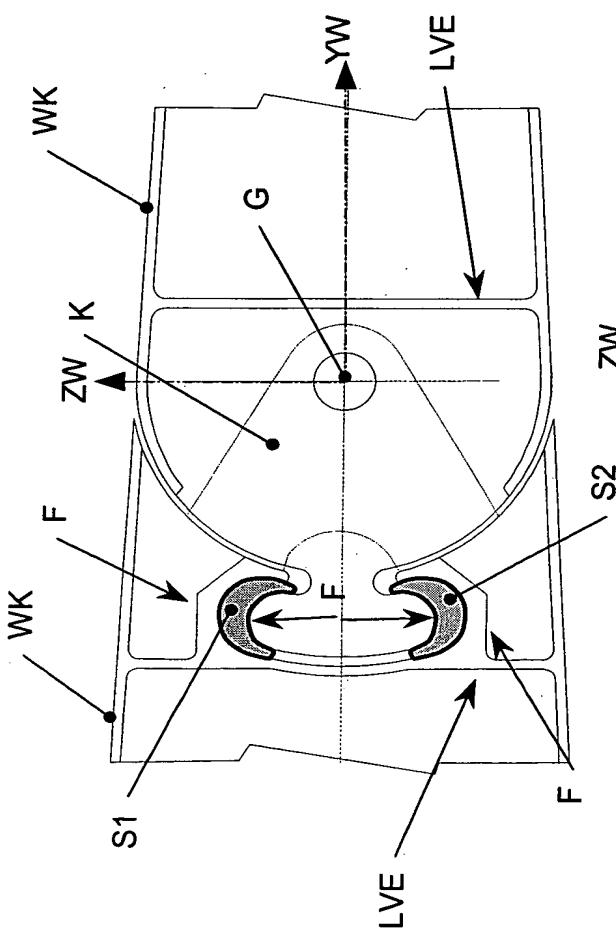


Fig. 18b

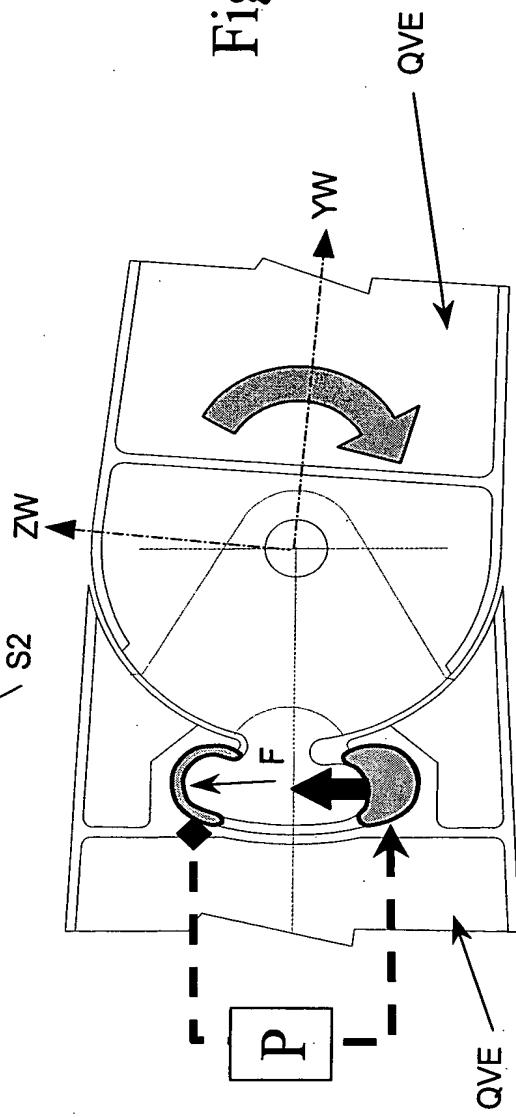


Fig. 19

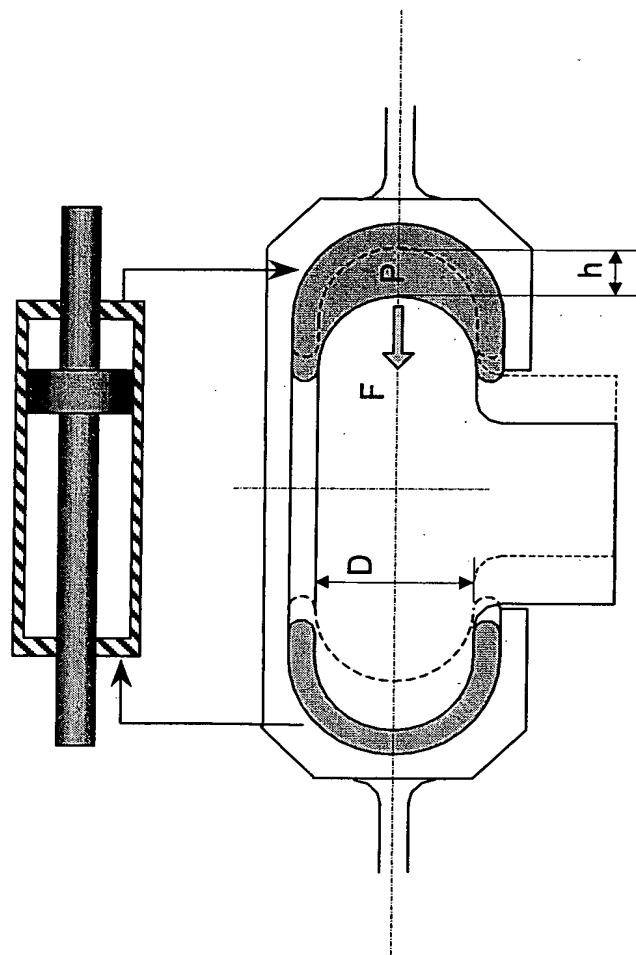


Fig.20

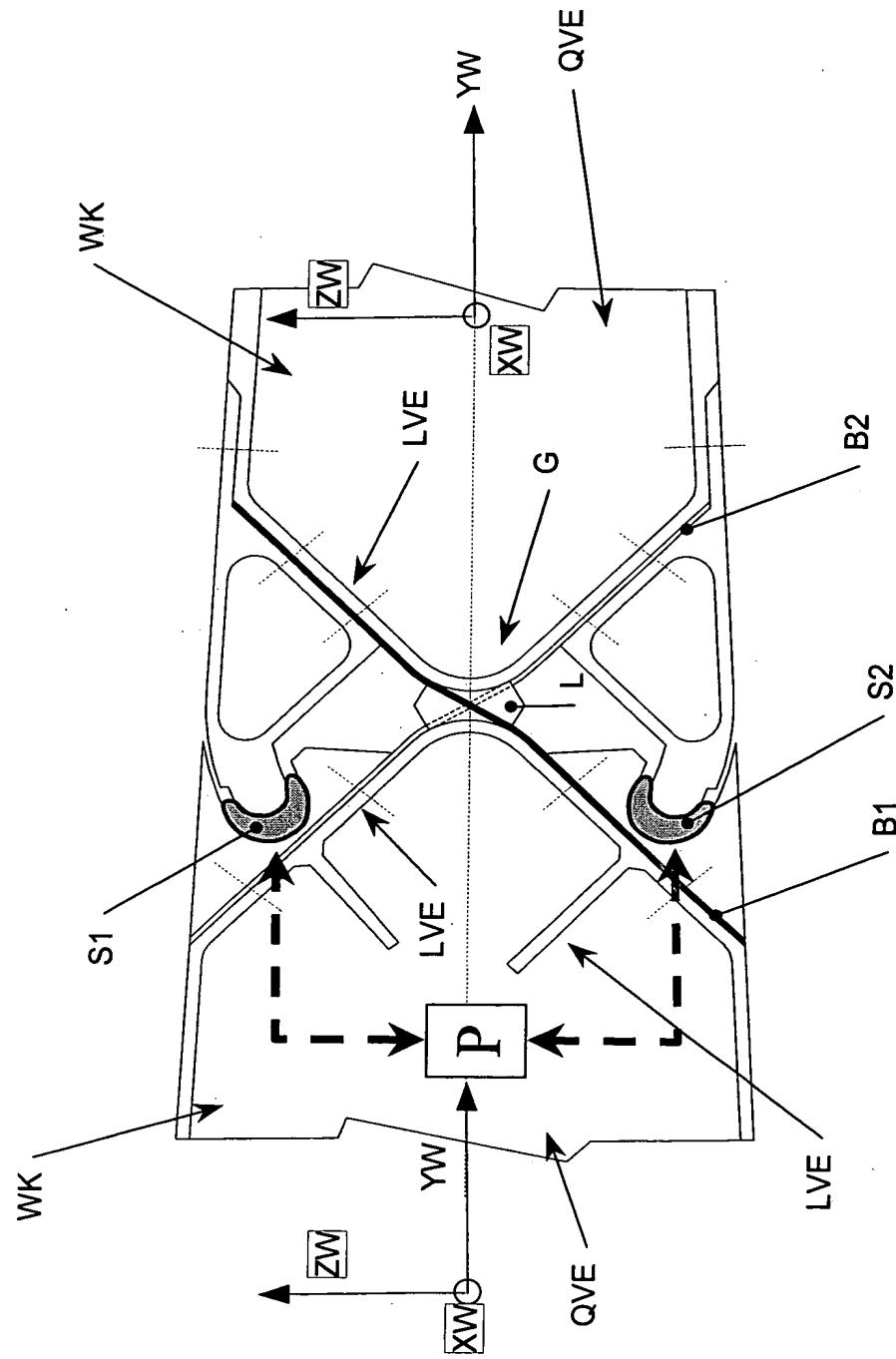


Fig.21

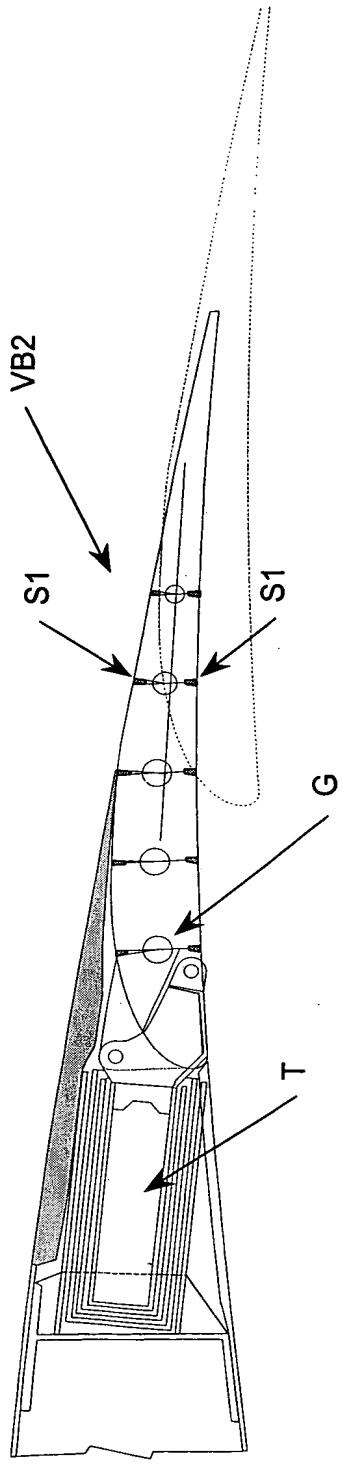
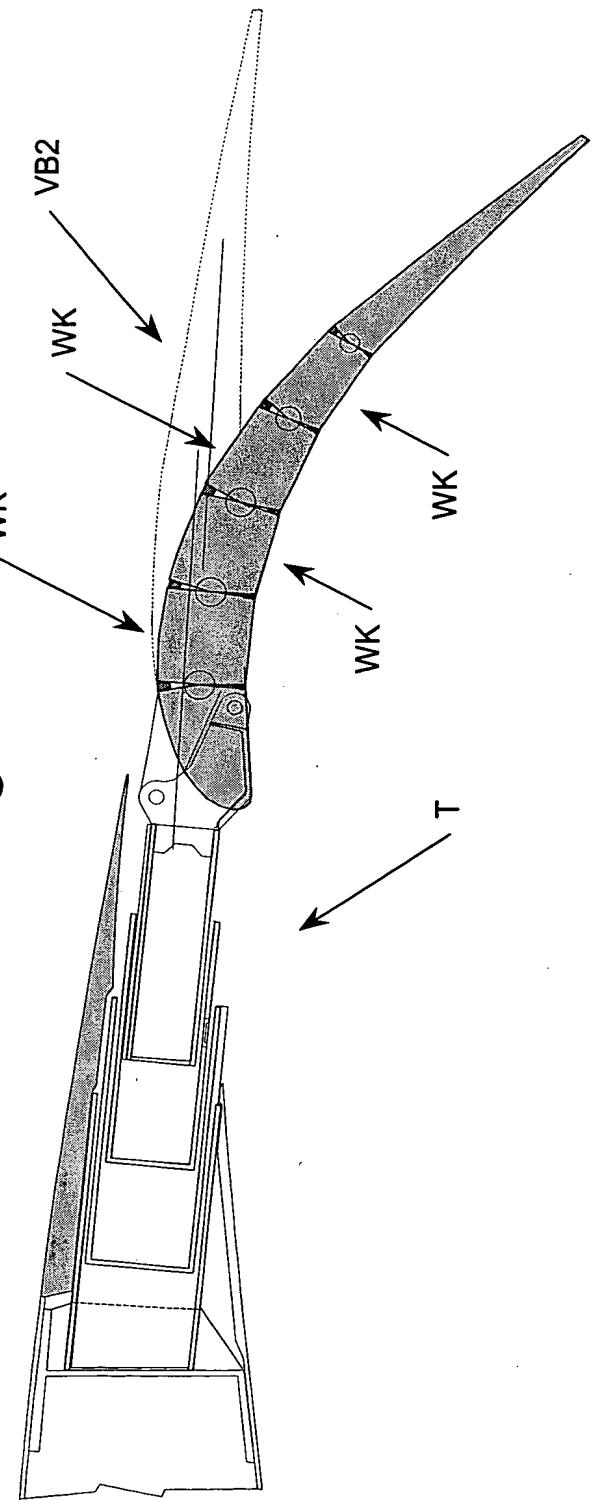


Fig.22



### Zusammenfassung

Verstellmechanismus für einen Verstellbereich (VB) einer formvariablen Strömungsfläche mit zwei gegenüberliegenden Beplankungsflächen, mit mehreren nebeneinander angeordneten und zueinander verschwenkbaren Wirbelkästen (WK) mit Quer-Versteifungselementen (QVE) und Längs-Versteifungselementen (LVE), die mit einem Gelenk (G) gelenkig miteinander verbunden sind, so dass die Wirbelkästen relativ zueinander verschwenbar sind, wobei zwischen jeweils benachbarten Längs-Versteifungselementen (LVE) jeweils ein erster Antriebsschlauch-Abschnitt (S1) und ein zweiter Antriebsschlauch-Abschnitt (S2) angeordnet ist, die jeweils in Verbindung mit einer Pumpe (P) zur Bereitstellung eines vorbestimmten Druckes über ein Druckmedium stehen, so dass zwischen den Antriebsschlauch-Abschnitten (S1, S2) die Achse des Gelenks (G) verläuft, und wobei die Pumpe funktional mit einer Steuerungs-Einrichtung in Verbindung steht, um aufgrund von Steuerungsvorgaben mittels komplementärer Volumen-Änderungen in dem ersten und zweiten Antriebsschlauch-Abschnitt (S1, S2) benachbarte Wirbelkästen (WK) um die Gelenk-Achse zu verschwenken.

(Figur 1)

P610948

Fig. 1

